Phys. g. 212e – 1
Kastner

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Zur

Geſammtnaturlehre.

Vorbereitung, Selbſtforſchung und Anwendung.

Von

K. W. G. Kaſtner.

Erſte Abtheilung.

Mit 1 Steindrucktafel.

Stuttgart.
Ad. Becher's Verlag.
1849.

70. D

Handbuch

der

angewandten Naturlehre.

Von

K. W. G. Kaſtner.

Erſte Abtheilung.

Mit 1 Steindrucktafel.

Stuttgart.

Ad. Becher's Verlag.

1849.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Der Titel „Zur Geſammtnaturlehre: Vorbereitung, Selbſtforſchung und Anwendung" ſagt aus, was der Unterzeichnete, dem Wunſche der ehemaligen P. Balz'ſchen, jetzt A. Becher'ſchen Verlagshandlung entſprechend, mit dem Verfaſſen vorliegenden Handbuchs bezweckte, und hinzuzufügen iſt in dieſer Hinſicht zunächſt nur: daß denen Erläuterungen des Naturgeſetzlichen faſt durchgängig geſchichtliche Haltung ertheilt wurde; weil vieljährige Erfahrung zu der Ueberzeugung geführt hatte, daß ſolchen Weges mitgetheiltes Wiſſenſchaftlich-Geſetzliches, vom Hörer, wie vom Leſer am leichteſten aufgefaßt und am bleibendſten geiſtig angeeignet wird. Aus gleichem Grunde ward ähnliche berichtende Haltung auch, jedoch im beſchränkteren Maaße, jener von S. 600 bis S. 760 reichenden „Anleitung zum Verſtändniß der in der Naturlehre vorkommenden Berechnungs-Regeln (Formeln)" zu Theil, die zu Gunſten jener Leſer verfaßt worden, welchen es während ihrer früheren Bildungszeit an Gelegenheit fehlte, ſich mit der Zeichenſprache der Größenlehre im genügenden Grade vertraut zu machen. Für Lehrer, welche dieſer Anleitung nicht bedürfen, ſie aber dennoch durchgehen, möge hier die Bemerkung Raum finden: daß Navier's treffliches Lehrbuch der Differential- und Integral-Rechnung, begleitet von Liouville's Zuſätzen und verdeutſcht (ſo wie, zum Vortheil der Leſer, anhangsweiſe mit einer lehrreichen Abhandlung über die von Gauß erfundene berühmte Methode der kleinſten Quadrate vermehrt) von Dr. Wittſtein (Hannover in der Hahn'ſchen Hofbuchhandlung 1849. gr. 8.) zur Vervollſtändigung jener Anleitung benutzt worden ſeyn würde, wenn es zur Zeit ihrer Entwerfung bereits veröffentlicht geweſen wäre. Fragt man aber, welche Klaſſe von Leſern der Unterzeichnete

vorzugsweiſe in's Auge faßte, da er gedachte Anleitung niederſchrieb und geſchichtlicher Haltung ſeiner Erläuterungen ſich befleißigte, ſo dient zur Antwort: daß von den „Leſern aus allen Ständen", für welche das Buch beſtimmt iſt, es vorzüglich ſind: die „angehenden" Landwirthe, Forſtverwalter, Baukünſtler, Bergbau-, Hüttenkunde- und Metallverarbeitung Befliſſenen, dann jene, welche der Pharmacie ſich widmen, ſammt denen, die ſogenannte chemiſche Fabriken zu begründen ſtreben (und ſich daher vor Allem mit dem Geſetzlichen der Phyſik und der Chemie, zumal mit dem ſtöchiometriſchen Theil der letzteren vollſtändigſt bekannt zu machen haben). Daß aber außerdem auch — weil keine für den Betrieb bürgerlicher Gewerbe mannigfaltigſter Art im Laufe der Zeit hervorgegangene phyſiſche oder chemiſche Entdeckung von Belang unbeachtet blieb — für Leſer aus allen Ständen nützliche Anleitungen, Bemerkungen und Folgerungen vorliegen, darüber wird ſich jeder Leſer vorab benachrichtigt finden, wenn er den, dem Lehrvortrage vorangeſchickten Inhalt eines nicht flüchtigen Durchblicks würdigt. Vielen der darin angedeuteten Erläuterungen wurden von dem Verfaſſer eigene (zum Oefteren neue) Bemerkungen, Beobachtungen und Vorſchläge beigefügt, während andere demſelben zur Brücke dienten, um zu mehr oder weniger allgemeinen Folgerungen über die Weſenheit der Natur und ihrer Hauptbethätigungs-Formen zu gelangen; meiſtentheils ſchließen dieſe Folgerungen ähnlichen früheren des Verfaſſers ſich an, und dienen ſo denſelben zur weiteren Unterſtützung und Feſtigung; ſo z. B. für jene, ſchon ſeit einer langen Reihe von Jahren in ſeinen früheren Schriften hinterlegte Folgerung: daß es keine Unwägbare gibt, ſondern daß Licht und Wärme, Adhäſion und Cohäſion, Elektricität, Magnetismus und Siderismus ꝛc. nicht durch bewegte unwägbare Eigenſtoffe (nicht durch Lichtſtoff, Wärmeſtoff, ſog. elektriſche und magnetiſche Flüſſigkeiten ꝛc.), ſondern lediglich durch eigenthümliche Bewegungen und Bewegungsformen der wägbaren Stoffe hervorgehen; daß letztere durch und durch,

Punkt für Punkt beweglich ſind und daß keiner von ihnen zu ruhen vermag und je zur Ruhe kommt (ſo daß Ruhe überall fehlt und daß, was man alſo benennt, durchgängig nur Scheinruhe iſt), daß daher alle phyſiſchen wie chemiſchen und organiſchen Veränderungen nicht nur durch Bewegungen erfolgen, ſondern vielmehr lediglich aus Bewegungen beſtehen und daß mithin jegliches Raum-erfüllendes Weſen ein beharrlich in ſich ſelber durch und durch bewegtes iſt, deſſen Einzelnbewegungen einander wohl entgegen zu wirken, ſich dadurch aber nicht zu vernichten vermögen; hierin den ſog. Kräften (Bewegungen) eines ſich im Gleichgewichte dieſer Kräfte befindenden doppeltarmigen Hebels ähnlich, welche, während ſie in ununterbrochener Bethätigung beharren und mit der Erde unaufhörlich in ſteter Wechſelwirkung begriffen ſind, zugleich das Scheinbild vollkommenſter Ruhe darbieten;*) ferner für die aus dem Wärmeverhalten abgeleitete Folgerung, daß höhere Wärmegrade beſtimmten Kürzun-

*) Denen, dem Verfaſſer dieſes Handbuchs im vorigen Spätſommer gewordenen Mittheilungen ſeines geſchätzten Freundes, des Dr. Hermann v. Leonhardi zufolge, iſt Dr. K. Fr. Schimper, in ſeiner Rhoologie (oder Lehre von den Strömen) und in deſſen Podismatik (oder Lehre von den Flußgeſchieben) hinſichtlich der Beweglichkeit der wägbaren Stoffe zu Ergebniſſen gelangt, welche, der Hauptſache nach, jenen im Obigen gedachten Beweglichkeiten und Bewegungsformen ſich anreihen. Da dem Verfaſſer dieſes Handbuchs bis jetzt jedoch weder Gelegenheit noch Zeit ward, mit dem Inhalte der Rhoologie und der Podismatik näher bekannt zu werden, ſo bleibt ihm hier nur übrig, derjenigen Schrift zu gedenken, in welcher hierüber, v. L's Verſicherung zufolge, vollſtändige Belehrung vorliegt: Dr. K. F. Schimper: Ueber die Witterungsphaſen der Vorwelt. Entwurf zu einem Vortrage bei Gelegenheit der zehnten Stiftungsfeier und Generalverſammlung des Mannheimer Vereins für Naturkunde. Manuſcript. Mannheim, Buchdruckerei von C. Schmelzer, 1843. — Zu vergleichen ſtehen damit Schimper's Abhandlungen und Mittheilungen in der (botaniſchen Zeitſchrift) Flora, in Geiger's Magazin, in den „Amtlichen Berichten der Verſammlungen deutſcher Naturforſcher und Aerzte (1829) zu Heidelberg und (1834) zu Stuttgart, ſo wie in denen der Schweizeriſchen Naturforſcher (1833) zu Solothurn und (1837) zu Neufchatel.

gen, und niedere ebenſo beſtimmten Verlängerungen der Wärmungswellen entſprechen; daß Leitung der Wärme von dergleichen Wellenfolgen bedingt wird, gegen welche, Stelle für Stelle, Wärme-Innenrückwerfung (und Brechung) ſich bethätigt; daß Aehnliches ſich begibt in den ſog. elektriſchen (und magnetiſchen) Strömungen, d. i. innerhalb der polariſchen Innenbewegungen unterworfenen Leiter der Elektricität ꝛc. Manches Hiehergehörige konnte aber — in einem Handbuche der „angewandten" Naturlehre nur nebenbei und zum Theil nur andeutungsweiſe berührt werden, und weitere Erörterungen deſſelben müſſen anderen Orten und anderen Zeiten vorbehalten bleiben. Für die meiſten von dergleichen Folgerungen, ſo wie für des Verfaſſers eigene, dem Inhalte des Buches einverleibte Beobachtungs- und Verſuchs-Ergebniſſe, *) gewährt das nicht von dem Unterzeichneten angefertigte Regiſter die erforderlichen Nachweiſungen.

*) Hinſichtlich des S. 416 erwähnten ſog. „Flammenträgers" fand der Verfaſſer dieſes Handbuchs vor Kurzem, in ſeinen älteren Schrift-Auszügen, daß ſchon vor hundert Jahren ein ähnlicher Gedanke auftauchte; aber in welchem Kopfe und wo Ausführliches darüber zu finden? das war leider auf dem Blättchen nicht mehr zu erſehen, weil es, nebſt mehreren anderen ſeines Gleichen, im Jahr $18^{13}/_{14}$ große Schädigung erlitten hatte. Daß Boerhave's ſog. Studenten-Ofen (S. 244 und 1915 ff.) Aehnliches zu leiſten vermag, wie der Flammenträger, unterliegt keinem Zweifel; vergl. a. a. O.

Erlangen, den 18. Juni 1849.

Kaſtner.

Inhalt,

ſyſtematiſch-alphabetiſch geordnet.

I. Allgemeine Bemerkungen, Begriffsbeſtimmungen und Wort-Erläuterungen.

Abſcheu der Natur vor der Leere (Fuga vacui), angeblicher S. 12. Abſtoßung 8. Aera 282. Alchemie 51, 295. Analogie 26. Anregungen 1408, ſcheinbare 420. Anſicht, verſchieden von Einſicht, Meinung und Vermuthung 4; atomiſtiſche (und Atome) 6, 87 u. 168; nach Boscowich 596. Beurtheilungen derſ. 774, 775, 780, 784. Anſicht, dynamiſche 5–7. Anziehung, Bedeutung und Begründung derſ. 3, 7–9, 597. Artung oder „Eigenweſenheit," wie ſie muthmaaßlich bei lebenden Weſen bedingt wird 11. Aſſimilation, ſ. Einverleibung. Auffinden 15. Augenverblendniſſe, ſog. 25. Außenwelt 25. — Begriffs-Wiſſenſchaft 601. Beharrung oder Trägheit (Vis inertiae) 22, 184, 653, 765, 1887. Beobachten 15. Berührung, allgemeine Folgen derſ. 272. Beſchaffenheiten 3. Beſeelung, weltallliche (kosmiſche) und einzelnweſige (individuelle) 1405. Beſtand und Beſtandtheile 6. Beweglichkeit, äußerliche und innerliche 8 u. 1472. Bewegung 8, 23, 28, äußere und innere 35, 472, 610; einfache und zuſammengeſetzte 1871 u. 1915. Beziehungen 3. Bilder: in uns (ohne Außenlicht) entſtehende 26. Bildungs-Ganze 1470; abhängigthätige und ſelbſtthätige, künſtliche und natürliche 1469, 1470. -Theile 93, 703, 917, 1332; Geſchichtlichkeit derſ. 95; Vorkommen derſ. 703, 917, 1337. -Trieb 10. Bleiloth 1869, 1891. Bücher-Verbrennungen unter Diocletianus und in China 283 u. 298. — Calibriren 59. Cetaceen 103. Chemie 21. Chemismus 830. — Dichte, das, der Mineralogen 594; die: Raum-erfüllender Dinge 6, 87; eigenthümliche oder „Eigendichte" 786, ſ. a. IV. — Educte 359. Eigenſchaften 3. Eigenthümlichkeiten 3. Eigenweſen 1408. Einheit, organiſche und weltallliche 11 und ſ. a. Beſeelung. Einſicht 3, 5 u. 627. Einverleibung 1408. Einwirkung 10, 35, 1408. Entdecken 15. Erdgeſtaltungs-Lehre 361, 627. Erfahrung 14. Erfahrungs-Wiſſenſchaft 601. Erfinden 15. Erſcheinungen 3. Expanſivkraft 182. Experimentalphyſik 531. Experimente, wie ſie anzuſtellen 15 u. 19. — Fähigkeit 10. Forſchen in der Natur, was dazu erfordert wird 13, 16, 17, 19. Freude an der Natur 1, 13 u. 16. — Galileo Galilei als Märtyrer der Naturwahrheit 296. Gaukler, worauf ihre Täuſchungen beruhen 24, indiſche 105. Gediegen 93. Gefüge der Kryſtalle 162. Gegenſtändlichkeit 26. Gegenwirkungen 30, 35. Gemäße 1899 u. f. f. Geologie, ſ. Erdgeſtaltungs-Lehre. Geſammtnaturwiſſenſchaft, Eintheilung u. encyklopädiſche Ueberſicht derſ. 2, 20, 320, 886, 1100. Geſchaffenes 1407 (Ergänzungs-Urtrieb deſſ. 9, 1407, 1612, ſ. a. Anziehung, Bedeutung derſ.). Geſchichte der Entdeckungen u. Erfindungen in der Natur 19. Geſchichte der Natur, ſog. u. wirkliche 20. Geſchwindigkeit 38. Geſichts-Täuſchungen 25, ſ. a. Gaukler. Geſpenſter 26. Geſundheit und Geſundung 1332. Gewerbs-Arbeit,

Erforderniſſe derſ. 19. -Hochſchulen, -Rath u. -Schulen 18. Gewichts-
Einheiten 785, 1907 u. ſ. f. Gleichartiges 94. Glockenſpiel, älteſtes
247. Grundkörperchen, ſ. Atome. Grundkräfte, ſog. 5—7. Grund-
ſtoffe 4, 6. Grundtheilchen, ſ. Atome. — Hypotheſen, Weſenheit derſ. u.
Werth guter 3—5, 627. — Idee, Weſenheit derſ. 728. Imponderabi-
lien 35, 45. Innenwelt 1, 1692. Inſtinct 11, der Menſchen 1097. —
Klima und Klimatologie 74. Körper 117. Körpertheilchen, höchſte
Beweglichkeit derſelben, ohne Aufhebung des Zuſammenhanges 1880. Kräfte
5, 92, abſtoßende und anziehende 8; ſog. in die Ferne wirkende, Weſenheit
derſ. 1407. Künſte und Gewerbe, Verhältniß derſ. zur Naturwiſſenſchaft,
ehemaliges und jetziges 16, 19. Kunſt (die) zu erfahren und als denkender
Menſch zu leben 14. Kunſttriebe 11. — Lage 21, 24. Leben, Begriff deſſ.
21—22. Lebweſen 95, urzeitliche 178. Leere 30. — Maſſe 5. Materie
oder Stoff 5, 21, 117. Medium oder Mittel, räumliches 27, 28; lee-
res, nur denkbar, nicht darſtellbar 28, 30. Molecule und Molekel 6, 7,
111, 771. Muſterform (Typus), menſchliche, Folgerung aus derſ. 1470.
Muſterformen der Lebendigen 11. Mythen der Griechen, phyſika-
liſch gedeutet 525. — Natur, Beſchreibung derſ. oder ſogenannte Natur-
geſchichte 20; -Forſchung, geiſtige und leibliche Vortheile derſ. 16, wie
ſie zu betreiben 14, 17. Newton's hieher gehörige Regel 97, ſpielende
ältere und ernſte neuere 531; Vortheile und Endzweck derſ. 27. -Ge-
ſetze derſ. 2, 3. -Lehre 15, 20, 21; Entwickelungsgang derſ. 531.
-Wiſſenſchaft 3; Eintheilung derſ. in Beziehung auf (Gegebenes oder)
Gegenwärtiges, Zukünftiges u. Vergangenes 19. Niveau 194. — Daſen 1568.
Obelisk 246. Operationen, ſ. Verrichtungen. Organismen, ſ. Lebweſen.
— Parſen, ewiges Feuer derſ. 1584. Partikel 85, 87, 771. Pendel
(Perpendikel) 25. -Uhren, Erfindung derſelben 247; vergl. mit S. 25 u.
1891. Periode oder „Wechſeldauer“ 228, 266, 278—280, 294 ff. Pflan-
zen, urſprüngliche; Abkunft derſelben 180. Phänomene, ſ. Erſcheinungen.
Philoſophie 603. Phyſicismus 31, 886. Phyſik 21, Verhältniß derſ.
zur Mathematik 760. Phyſiologie 21, 31. Primum mobile 290.
Proprietäten, ſ. Eigenſchaften. — Qualitäten, ſ. Beſchaffenheiten (u.
Eigenſchaften). Qualitates occultae 4. — Raum, erfüllter und (nur
denkbarer) leerer 30. Räumliches 601. Relationen, ſ. Beziehungen.
Riechbarkeit 102. Rom, Erbauungszeit derſ. 281. Ruhe 24, wirkliche
(oder unbedingte) nirgends, ſ. ebendaſ. — Scholaſtiker 4. Schwere und
Schwerſeyn, angebliche Eigenſchaft der Stoffe 270. Selbſtbethäti-
gungs-Einheit, weltkörperliche und einzelweſige 1405, ſ. auch Beſeelung.
Selbſterhaltung 10 u. 95. Senkblei, ſ. Bleiloth. Sinne, wie ſie ſich
bethätigen 25, 1470. Sinnes-Täuſchungen 25. Sonnenuhren, Er-
findung derſ. 247. Spath (Geſtein-Benennung) 205. Stadtuhren, älteſte
247. Stein der Weiſen 51. Stetig 10. Stralen 96. Streben, bei
Erklärungen der Wechſelwirkungen der Stoffe unzuläſſig 271. Structur 162.
— Taſchenſpieler, ſ. Gaukler. Theorie (oder wahrhaft begründete
Vorausſetzung der Verhältniſſe von Urſachen zu den Wirkungen), ſ. Einſicht.
Typus, ſ. Muſterform. — Undurchdringlichkeit 36. Ungleicharti-
ges 94. Urbeſtand 5, 12. Urbildlichdenkbar 602. Urerzeugun-
gen 1408. Urkräfte 5, 21. Urſachen, letzte, keine Gegenſtände experi-
menteller Unterſuchungen 271. Urtriebe 5, 9, 1407, 1612. — Vermö-
gen, verſchieden von Kraft 10. Verrichtungen, chemiſche, mechaniſche,
phyſiſche 15, 190. Verſuche, ſ. Experimente. Vis inertiae, ſ. Behar-
rung. Viſionen 26. Vorzüge der Erde, angebliche 294. — Wahr-
heit 13. Weltäther 30, 87, 98. Weltalter, Zählung derſ. bei verſchie-
denen Völkern 282. Weltanſicht der alten Indier 296. Widerſtand im
Weltraum 30. Wirbel, Carteſianiſche 29. Wiſſenſchaft: noch

keine in ſich vollendet 2. Wißbegierde 13. Wohnhäuſer, wie ſie in phyſiſcher Hinſicht zu erbauen 336. — Zeitgeſetz, allgemeines 179. Zeithalter 237. Zeitliches 601. Zuſtand und Zuſtände, räumliche 7 u. 52. Zuyderſee, Trockenlegung derſ. 1563.

II. Mathematik, phyſikaliſche Äſtronomie und mathematiſch-phyſikaliſche Geographie.

A, B, C und D.

Abendweite 236. Aberration oder Abirrung des Lichtes; Entdeckung und Einfluß derſ. auf ſcheinbare Sterne, Stellung in Beziehung auf Sternen-Breite und Länge 1625. Abplattung 1828. Abprallungs-Geſetz, allgemeines für federharte Körper, Schall, Licht und Wärme 1894 u. ff. Abſciſſen 729. Abſtand, Diſtanz oder Weite der Geſtirne 236, 290. Abſtandsquadrant 235. Abweichung eines Geſtirns, Ergänzung derſelben und Abweichung der Declinations-Kreiſe 248—249. Abzugszählung 629. Addition, ſ. Zuſammenzählung. Aequator 119, 235, 1899; Grade deſſ. 1899; Höhe deſſ. 235, 239, 747; Pole deſſ. 119. Aequinoctien, ſ. Nachtgleichen. Alcyone, angebliche Centralſonne 1405, 1624. Aldebaran 1624. Algebra, allgemeine 700, 701; im engeren Sinne 700; vor Carteſius 622, wie ſie hervorgegangen 626. Algorithmus 670. Alligationsrechnung 656. Almageſt 287, 288, 292. Almucanthar at 236. Amphiscii (Zweiſchattige) 240. Analyſis 725. Antares (Geſtirn) 1623. Antoecii (Gegenwohner) und Antipodes (Gegenfüßler) 240, Aphelium (größte Sonnenferne) 243, 268, 1885. Apogaeum (größte Erdferne vom dieſelbe ſcheinbar umlaufenden Geſtirne) 266, 295. Apothekergewicht 1908. Apſidenlinien 243, 1885, der Planeten 268. Arctur (Geſtirn) 1623. Are 1903. Argo (Sternbild) 250. Ariſtarchos, Vorgänger des Copernicus 295. Arithmetik 605. Arithmetica binaria vel dyadica 759. Arſchinen 1902. Aſcenſionaldifferenz 248. Aſpecten 290, 291, 293. Aſteroiden 1614, 1627, 1632, 1679. Aſträa 1679. Aſtrognoſie 240. Aſtrologie 298. Aſtronomie, ältere 289, neuere, der Gott in ihrer Geſchichte 297; der Chineſen 299, mögliche Täuſchungen bei ihrem Verfolg 1625; älteſte Wiſſenſchaft 1619; phyſiſche (phyſikaliſche) 21, 153, 234; Vortheile derſ. für das Volksleben 278 und 760. Aufgang, akronyktiſcher, heliakaliſcher und kosmiſcher 291. Aufgangsweite 291. Auflöſung, arithmetiſch-rationale 641. Aufſteigung, gerade 241, ſchiefe 248. Ausbrüche, vulkaniſche; muthmaaßliche Urſache derſ. 177. Automat (Selbſtbeweger) 1883. Axe 610, große elliptiſcher Bahnen 243. Axendrehung, freie: als Fortſchritts-Begründerin 249. Azimuth 236, öſtliches und weſtliches 240. — Bär, der kleine und große (Geſtirne) 248, 250. Baſis oder Grundzahl, logarithmiſche 668, 671. Beharrung 22, 1887. Beſemer (Schnellwaage) 1881. Bewegung, Größe derſ. 35; tägliche, der Geſtirne 290. Beweiſe, mathematiſche 695. Bienen-Körbe, gläſerne und -Zellen, Bau derſ. 1633. Binom 701, 818. Binomial-Coefficient 721, 748. -Formel 749. -Größen, Abtheilung derſ. 720. Bogen 610. Bohrer 1873. Bolzen 1881. Brachystochrona (Linie des kürzeſten Falles) 1897. Brahe (Tyge de) Weltordnung deſſ. 282, 292. Breite, aſtronomiſche 250, 299; geographiſche 235 (Urſprung dieſer Benennung, ſo wie jener der geographiſchen Länge 236), der Polhöhe nicht durchaus gleich 1900. Brüche, ächte und unächte 632, 642; erzeugende 754. Brückenwaage 1801. Buchdruckerpreſſe 1880. Buchſtaben-Rechnung 638 und 641. Bushel (Steinkohlen), Gewichtsgröße deſſ. 538. Canon Sexagenarum 648. Cardinalpunkte 153. Central-Bewegungen

Erforderniſſe derſ. 19. -Hochſchulen, -Rath u. -Schulen 18. Gewichts-Einheiten 785, 1907 u. ſ. f. Gleichartiges 94. Glockenſpiel, älteſtes 247. Grundkörperchen, ſ. Atome. Grundkräfte, ſog. 5—7. Grundſtoffe 4, 6. Grundtheilchen, ſ. Atome. — Hypotheſen, Weſenheit derſ. u. Werth guter 3—5, 627. — Idee, Weſenheit derſ. 728. Imponderabilien 35, 45. Innenwelt 1, 1692. Inſtinct 11, der Menſchen 1097. — Klima und Klimatologie 74. Körper 117. Körpertheilchen, höchſte Beweglichkeit derſelben, ohne Aufhebung des Zuſammenhanges 1880. Kräfte 5, 92, abſtoßende und anziehende 8; ſog. in die Ferne wirkende, Weſenheit derſ. 1407. Künſte und Gewerbe, Verhältniß derſ. zur Naturwiſſenſchaft, ehemaliges und jetziges 16, 19. Kunſt (die) zu erfahren und als denkender Menſch zu leben 14. Kunſttriebe 11. — Lage 21, 24. Leben, Begriff deſſ. 21—22. Lebweſen 95, urzeitliche 178. Leere 30. — Maſſe 5. Materie oder Stoff 5, 21, 117. Medium oder Mittel, räumliches 27, 28; leeres, nur denkbar, nicht darſtellbar 28, 30. Molecule und Molekel 6, 7, 111, 771. Muſterform (Typus), menſchliche, Folgerung aus derſ. 1470. Muſterformen der Lebendigen 11. Mythen der Griechen, phyſikaliſch gedeutet 525. — Natur, Beſchreibung derſ. oder ſogenannte Naturgeſchichte 20; -Forſchung, geiſtige und leibliche Vortheile derſ. 16, wie ſie zu betreiben 14, 17. Newton's hieher gehörige Regel 97, ſpielende ältere und ernſte neuere 531; Vortheile und Endzweck derſ. 27. -Geſetze derſ. 2, 3. -Lehre 15, 20, 21; Entwickelungsgang derſ. 531. -Wiſſenſchaft 3; Eintheilung derſ. in Beziehung auf (Gegebenes oder) Gegenwärtiges, Zukünftiges u. Vergangenes 19. Niveau 194. — Oaſen 1568. Obelisk 246. Operationen, ſ. Verrichtungen. Organismen, ſ. Lebweſen. — Parſen, ewiges Feuer derſ. 1584. Partikel 85, 87, 771. Pendel (Perpendikel) 25. -Uhren, Erfindung derſelben 247; vergl. mit S. 25 u. 1891. Periode oder „Wechſeldauer" 228, 266, 278—280, 294 ff. Pflanzen, urſprüngliche; Abkunft derſelben 180. Phänomene, ſ. Erſcheinungen. Philoſophie 603. Phyſicismus 31, 886. Phyſik 21, Verhältniß derſ. zur Mathematik 760. Phyſiologie 21, 31. Primum mobile 290. Proprietäten, ſ. Eigenſchaften. — Qualitäten, ſ. Beſchaffenheiten (u. Eigenſchaften). Qualitates occultae 4. — Raum, erfüllter und (nur denkbarer) leerer 30. Räumliches 601. Relationen, ſ. Beziehungen. Riechbarkeit 102. Rom, Erbauungszeit derſ. 281. Ruhe 24, wirkliche (oder unbedingte) nirgends, ſ. ebendaſ. — Scholaſtiker 4. Schwere und Schwerſeyn, angebliche Eigenſchaft der Stoffe 270. Selbſtbethätigungs-Einheit, weltkörperliche und einzelweſige 1405, ſ. auch Beſeelung. Selbſterhaltung 10 u. 95. Senkblei, ſ. Bleiloth. Sinne, wie ſie ſich bethätigen 25, 1470. Sinnes-Täuſchungen 25. Sonnenuhren, Erfindung derſ. 247. Spath (Geſtein-Benennung) 205. Stadtuhren, älteſte 247. Stein der Weiſen 51. Stetig 10. Stralen 96. Streben, bei Erklärungen der Wechſelwirkungen der Stoffe unzuläſſig 271. Structur 162. — Taſchenſpieler, ſ. Gaukler. Theorie (oder wahrhaft begründete Vorausſetzung der Verhältniſſe von Urſachen zu den Wirkungen), ſ. Einſicht. Typus, ſ. Muſterform. — Undurchdringlichkeit 36. Ungleichartiges 94. Urbeſtand 5, 12. Urbildlichdenkbar 602. Urerzeugungen 1408. Urkräfte 5, 21. Urſachen, letzte, keine Gegenſtände experimenteller Unterſuchungen 271. Urtriebe 5, 9, 1407, 1612. — Vermögen, verſchieden von Kraft 10. Verrichtungen, chemiſche, mechaniſche, phyſiſche 15, 190. Verſuche, ſ. Experimente. Vis inertiae, ſ. Beharrung. Viſionen 26. Vorzüge der Erde, angebliche 294. — Wahrheit 13. Weltäther 30, 87, 98. Weltalter, Zählung derſ. bei verſchiedenen Völkern 282. Weltanſicht der alten Indier 296. Widerſtand im Weltraum 30. Wirbel, Carteſianiſche 29. Wiſſenſchaft: noch

keine in ſich vollendet 2. Wißbegierde 13. Wohnhäuſer, wie ſie in phyſiſcher Hinſicht zu erbauen 336. — Zeitgeſetz, allgemeines 179. Zeithalter 237. Zeitliches 601. Zuſtand und Zuſtände, räumliche 7 u. 52. Zuyderſee, Trockenlegung derſ. 1563.

II. Mathematik, phyſikaliſche Àſtronomie und mathematiſch-phyſikaliſche Geographie.

A, B, C und D.

Abendweite 236. Aberration oder Abirrung des Lichtes; Entdeckung und Einfluß derſ. auf ſcheinbare Sterne, Stellung in Beziehung auf Sternen-Breite und Länge 1625. Abplattung 1828. Abprallungs-Geſetz, allgemeines für federharte Körper, Schall, Licht und Wärme 1894 u. ff. Abſciſſen 729. Abſtand, Diſtanz oder Weite der Geſtirne 236, 290. Abſtandsquadrant 235. Abweichung eines Geſtirns, Ergänzung derſelben und Abweichung der Declinations-Kreiſe 248—249. Abzugszählung 629. Addition, ſ. Zuſammenzählung. Aequator 119, 235, 1899; Grade deſſ. 1899; Höhe deſſ. 235, 239, 747; Pole deſſ. 119. Aequinoctien, ſ. Nachtgleichen. Alcyone, angebliche Centralſonne 1405, 1624. Aldebaran 1624. Algebra, allgemeine 700, 701; im engeren Sinne 700; vor Carteſius 622, wie ſie hervorgegangen 626. Algorithmus 670. Alligationsrechnung 656. Almageſt 287, 288, 292. Almucanthar at 236. Amphiscii (Zweiſchattige) 240. Analyſis 725. Antares (Geſtirn) 1623. Antoecii (Gegenwohner) und Antipodes (Gegenfüßler) 240, Aphelium (größte Sonnenferne) 243, 268, 1885. Apogaeum (größte Erdferne vom dieſelbe ſcheinbar umlaufenden Geſtirne) 266, 295. Apothekergewicht 1908. Apſidenlinien 243, 1885, der Planeten 268. Arctur (Geſtirn) 1623. Are 1903. Argo (Sternbild) 250. Ariſtarchos, Vorgänger des Copernicus 295. Arithmetik 605. Arithmetica binaria vel dyadica 759. Arſchinen 1902. Aſcenſionaldifferenz 248. Aſpecten 290, 291, 293. Aſteroiden 1614, 1627, 1632, 1679. Aſträa 1679. Aſtrognoſie 240. Aſtrologie 298. Aſtronomie, ältere 289, neuere, der Gott in ihrer Geſchichte 297; der Chineſen 299, mögliche Täuſchungen bei ihrem Verfolg 1625; älteſte Wiſſenſchaft 1619; phyſiſche (phyſikaliſche) 21, 153, 234; Vortheile derſ. für das Volksleben 278 und 760. Aufgang, akronyktiſcher, heliakaliſcher und kosmiſcher 291. Aufgangsweite 291. Auflöſung, arithmetiſch-rationale 641. Aufſteigung, gerade 241, ſchiefe 248. Ausbrüche, vulkaniſche; muthmaaßliche Urſache derſ. 177. Automat (Selbſtbeweger) 1883. Axe 610, große elliptiſcher Bahnen 243. Axendrehung, freie; als Fortſchritts-Begründerin 249. Azimuth 236, öſtliches und weſtliches 240. — Bär, der kleine und große (Geſtirne) 248, 250. Baſis oder Grundzahl, logarithmiſche 668, 671. Beharrung 22, 1887. Beſemer (Schnellwaage) 1881. Bewegung, Größe derſ. 35; tägliche, der Geſtirne 290. Beweiſe, mathematiſche 695. Bienen-Körbe, gläſerne und -Zellen, Bau derſ. 1633. Binom 701, 818. Binomial-Coefficient 721, 748. -Formel 749. -Größen, Abtheilung derſ. 720. Bogen 610. Bohrer 1873. Bolzen 1881. Brachystochrona (Linie des kürzeſten Falles) 1897. Brahe (Tyge de) Weltordnung deſſ. 282, 292. Breite, aſtronomiſche 250, 299; geographiſche 235 (Urſprung dieſer Benennung, ſo wie jener der geographiſchen Länge 236), der Polhöhe nicht durchaus gleich 1900. Brüche, ächte und unächte 632. 642; erzeugende 754. Brückenwaage 1801. Buchdruckerpreſſe 1880. Buchſtaben-Rechnung 638 und 641. Bushel (Steinkohlen), Gewichtsgröße deſſ. 538. Canon Sexagenarum 648. Cardinalpunkte 153. Central-Bewegungen

und =Kräfte 1884. =Sonne, ſ. Alcyone. Centrifugal=Kraft und =Maſchine 1884. Centripetalkraft 1884. Chaldron, ſ. Kohlenmaaß. Charakteriſtik der Logarithmen 669. Chronologie 278. Chronometer 237, 393. Circumferenz 611. Cirkel, ſog. 611; des letzteren Quadratur 611. Coefficient 625, 642, 643, 705 u. 758; zuſammengeſetzter 732; des Binom 745. Colur der Nachtgleichen und Solſtitien 242. Combination, arithmetiſche 687. Compenſations=Pendel 393. Conjunction der Geſtirne 290. Conquaternation 690 und 745. Conternation 690 und 745. Coordination 729. Copernicus, Weltordnung oder Weltſyſtem deſſ. 287, 292, 294, 296, 1626. Als Vorgänger deſſ. und zugleich als jener des Märtyrer „Galilei": Ariſtarchos 295, ſ. a. Erde, Axendrehung derſelben. Corallenriffe 181. Coſecanten 666. Coſinus 665. Cotangenten 666. Cubikcentimeter 889. Cubikwurzel 618, 624 und 625. Cubikzahl 620. Cubus, der Unbekannten 719; Erwachſen deſſelb. 721. Culmination der Geſtirne 236. Cykel 280. Cykloide 1617, 1887 u. 1892. Cylinder, ſ. Rundſäule. — Dämmerung, aſtronomiſche und gemeine 241. Dämmerungskreis 236. Dampfmaſchinen 541 ff. u. 1916 ff. Dattel=Zone 241. Decimalbrüche 631, 647; periodiſche 700; unendliche 655. Declination der Sterne 248, und Rectaſcenſion des Zeitmaaßes 249. Decrement 728. Derivationsrechnung 741. Descenſion, ſchiefe 248. Deſſätinen 1907. Diagonallinie 535, 612, 619, 1871, ſ. a. Gere. Diamant, als Glaszerſchneider 1884. Diameter, ſ. Durchmeſſer. Differential 734, 737. Differential=Coefficient 734, 742; =Gleichung 734; =Rechnung 734. Differenz, ſ. Unterſchied. Differenzen=Rechnung 734. Dignant 669. Dignität, arithmetiſche 620. Dimenſionen 118, 612, 1618. Diviſion, ſ. Gleichtheilung. Divisor communis 771. Dominator, ſ. Benenner. Doppelſterne (Gezweitſterne) 9, 282, 300, 1622; Farben derſ. 1623. Drachenkopf 299. Drachenmonat 279, 295, 299. Dreieck 611, 616, 1617; rechtwinkliges 610, 631, 1677, 1872; ſpitzwinkliges und ſtumpfwinkliges 611; gleichſeitiges 1876. Drachmen, altgriechiſche 1907. Drehwaage 1883. Duodecimalmaaß (Zwölfermaaß) 1902. Durchgänge des Mercur und der Venus 783. Durchmeſſer 119, ſcheinbarer 27, der angeblichen Erdſcheibe, nach Stadien beſtimmt 235. Durchſchnittslinie des Mondes und der Erdbahn 299, 1632. Durchſchnittspunkte des Aequator und der Ekliptik 241.

E bis L.

Ebbe, ungewöhnlich tiefe, von den Alten beobachtete 267. Ebbe und Fluth der Erdatmoſphäre 255; des Meeres, von den Alten vom Monde abgeleitet 267, von Keppler (mißverſtanden von Euler) und verſchiedenen neueren Forſchern verſchiedentlich gedeutet, ſ. a. a. O.; Urſachen derſ. 263, 473; Wechſelwirkungen (dreierlei) und Zeitverbrauch derſ. 263—264. Ebene, ſchiefe 1872. Ekliptik 241, 242, 245, 290; Pole derſ. 242; Schiefe derſ. 248, 283—284 (in älterer und neuerer Zeit bemeſſen 285); gegenwärtig in andauernder Abnahme 268, 284. Eckſäule 612. Elevation eines Sterns 235. Elimination 719. Ellen=Maaße 1902. Ellipſe 610, 1617. Beſchreibung derſ. 1885. Entfernung, ſcheinbare 27. Ephemeriden, aſtronomiſche 244, 287. Epicykel 288. Epoche, Dionyſius'ſche 256, 282. Erd=Axe, Drehung derſ. und deren Folgen 237, 269, 294 (ſchon vor Copernicus erſchloſſen 288, 1620); Wechſeldauern unterworfene Neigung und Schwankung derſ. 268, 469, 1626. Erde, umſchwingend=fortſchreitende Bewegung derſ. 100, 294; Atmoſphären=Begrenzung derſ. 780 (angebliche Eisumhüllung der Atmoſphäre 783); Lufthüllendünne

derſ. in der Mondferne 781. Erd-Ferne, größte 266; -Fühlwärme, mittlere ihrer ſtarren Maſſe (177) und ihrer Luftbülle 100, Wechſeldauern dieſer Fühlwärme der nördlichen und der ſüdlichen Erdhälfte 303 (Abnahme der nördlichen; ſeit 3300 Jahren nicht, oder nur ſehr wenig merklich geändert; 80, 300—301); Zuſammenhang dieſes Wechſels mit den klimatiſchen und meteoriſchen Verhältniſſen 225—250. -Geſchwindigkeit 1875, verglichen mit den Geſchwindigkeiten des Schalles und des Lichtes 100, 1656. -Gürtel und -Striche, ſ. Zonen. -Hohlſeyn, muthmaßliches 43, 119, 295, und -Innenbeſchaffenheit 1888. -Nähe 266, 295. Erde, als doppeltarmiger Hebel 469; angeblich wachſende Annäherung derſ. zur Sonne 300; Geſtalt derſ. beſtimmt durch Gradmeſſungen und Pendelſchwingungen 1869; Innenwärme derſ., Wechſel ihrer Minderung und ihres Wiedererſatzes 145; Kern derſ., angeblicher 43; Kometen derſ. 298, ſ. auch Feuerkugeln (Abſchn. III.); magnetiſcher Nordpol, Auffindung deſſ. 273; Umſchiffungen derſ. 1891 (dabei möglicher Tages-Gewinn oder Tages-Verluſt 237); Lebenszeichen derſ. 10; Ueberſchätzung ihres Weltkörperwerthes 294—295; Zeitgeſetzliches derſ. 266, 1629; Zeitverbrauch Behufs deren Umſchiffung mittelſt Dampfern 538. Erdwinde 1881. Erhebungswinkel 477. Excentricität (Ausweichung) 1628. Exponent 620, des geometriſchen Verhältniſſes 637. Exponential-Gleichungen 703; -Größe 702. — Factor 619. Fall der Körper, Geſetzliches deſſ. 1889; geworfener Körper 1893. Fernröhre 282, 296, 302, 1678, 1681; dialytiſche 1669; Erdfernrohr 1680; Geſchichtliches derſ. 1668. Feuchtmeſſer 210. Figuren 118, 609. Finſterniſſe von Sonne und Mond, geographiſche Benutzungen derſ. 237. Fiſche, fliegende (Sternbild) 250. Fixſterne 234, 240, röthlich leuchtende: Aldebaran, Antares, Arctur, Pollux, nnd ehedem auch Sirius 1623, 1633. Fixſtern-Größen 1670. Flaſchenzüge, ſ. Rollzüge. Fließung, mathematiſche 727. Fluxionsrechnung 727. Formel 696 ff. Friction, ſ. Reibung. Frictionsräder 1638. Fuder-Maaß 1906. Fühlhebel 1914. Function 726; gleichartige oder homogene, ſymmetriſche und unſymmetriſche 733. Functionen, Abhängigkeiten, Dimenſionen und Stammgrößen derſ. 733. Fußpunkt 235. — Gedrittſchein 291 und 295. Gegenfüßler, ſ. Antipodes. Gegenſchein der Geſtirne 290. Gegenſonne 1405. Gegenwohner 240, 471. Gemäß 1904. Gere 535. Geſetze, Kepler'ſche 298, 1619. Geſechstſchein 291, 695. Geſellſchaftsrechnung 656. Geſtirne, Abweichung derſ. 249. Getriebe 1882. Geviertſchein 291, 295. Gewicht, abſolutes und relatives 45; wie erſteres durch Eigengewichts-Beſtimmung zu ermitteln 1911; Verluſt an demſelben durch Gegendruck des Mittels 43; ſymboliſches 1910. Gewichts-Einheiten, ältere und neuere 785, 889—890, 1906 ff. (ſ. a. Abſchn. I.) Geißfuß der Maurer 1883. Gleichgewicht, mechaniſches 1618. Gleichmaaßig und Gleichmäßig 762 und 38, 653. Gleichtheiler, Gleichtheiling und Gleichtheilung 627—628. Gleichungen 695, biquadratiſche 719, diophantiſche 703, cubiſche 703 und 717, höhere 718, niedere 703, quadratiſche 703 und 714, reelle 720, rückwirkende oder reciproke 725, unreine 718. Gleichungen, Abtheilung derſ. 703; Entwickelung derſ. 725; gewähren combinatoriſche Uebungen 699; Umkehrung derſ. 756. Globen 240. Gnomon 245, 283, ältere 286. Gnomonik 245, 286. Goepel 1881, ſ. a. Winde. Goldwaage und Goldwaarengewichte 1910. Goniometer Wollaſton's 1678. Grade 610, Eintheilung derſ. 646, geographiſche 237, geometriſche 119. Gradmeſſungen 1869. Gramm 889, 1906, als Grundgewicht 400. Gravitation 8. Größen, mathematiſche bekannte 625, beſtändige od. conſtante 726, eingebildete a. a. O. u. 626, 628, 629, imaginäre, ſ. eingebildete, irrationale 626, ſcheinbare 26,

unbekannte 625, unmögliche 719 und 738, veränderliche oder variabele 726, wahre 26. Größen, Regeln ſie zu finden 696—698; Veranſchaulichungen derſ. 696. Größtes 204. Grundmaaße, ältere, neuere und neueſtes 1868—1870. Grundverhältniß, arithmetiſches 635. — Halbkreiſe 119. Halbmeſſer 119, 610 und 664. Handelsgewichte, zurückgeführt auf Gramme 1907. Haspel, ſ. Winde. Hebe (Aſteroid) 1672, 1679. Hebel 343; Arten und Geſetze deſſ. 1878—1880; Kraft und Laſt deſſ. 1879. Hebel=lade 1883. Hegira, Anfang der arab. u. türk. Zeitrechnung 282. Heliometer und Helioſtat 1622, 1630. Heliotrop Gauß'ſcher 1678; catoptriſcher 1620. Hercules (Sternbild) 1623. Heteroscii (Einſchattige) 240. Himmel 153, mathematiſche Eintheilung deſſ. 234, ſcheinbare Geſtalt deſſ. 233. Himmelskugeln, künſtliche 240, ſ. a. Globen. Himmelſchau 128, ſ. a. Abſchn. III. Höhe eines Sterns 235, 236 u. 240. Höhen=Kreis 235; =Meſſungen, barometriſche, manometriſche, thermometriſche und mittelſt des Pendels bewirkbare 31, 47, 48, 57, 58, 64, 162, 199, 255, 269, 1641, 1882; =Parallaxe 1625. Hohl=Maaße, ſ. Gemäße. =Räume, Größen=Beſtimmung derſ. durch Wägung 1911. =Spiegel 1898. Holzſchrauben 1873. Horizont 153, erſter Punkt deſſ. 236; Pole deſſ. 236; wahrer 235, und deſſen Eintheilung 153, 295. Horizontalkreis 234, 321. Horn=haspel 1887. Hund, großer (Sternbild) 250. Hundeſtern=Cyclus 278. Hyaden (Regengeſtirn) 1624. Hyperbel 610. Hypothenuſe 616, 631. — Jahr, altägyptiſches 246, aſtronomiſches, Beginn deſſ. bei verſchiedenen Völkern 279; der Indiction und Julianiſches 280—281; des Cochon=Ring, übereinſtimmend mit dem Gregorianiſchen 279, 281; Platoniſches, großes 242, 279, 1627, 1814, 1820; wanderndes 280. Jahre, angeblich fortſchreitende Verlängerung derſ. 277. Increment 728. Indices, ſ. Zeiger. Indictionscykel 281. Infiniteſimal=Rechnung 726. Integral= 739, =Rechnuug 726, 739 und 759. Integration 739. Interpoliren 67 u. 755. Interuſurien=Rechnung 680. Iris (Aſteroid) 1672, 1679. Irrational 670, =Größe 738, =Verhältniſſe 634, =Zahlen 626 und 702. Jupiter und deſſen Trabanten oder Monde 237 und 300, 1629 ff. Juwelengewichte 1910. — Kälte, große ehemalige 301. Kalender, alten Styls 282, verbeſſerter Gregorianiſcher 281, verſchiedener Völker und Zeiten 280. Kamm= und Kron=Räder 1873. Kathete 1873. Kegel, Inhalt deſſelben 611. Kegelſchnitte 610, 617, 1618. Kegelſpitze 1610. Keil 1872, 1876. Kettenrechnung 644 und 655. Kilogramm 536, 1906, 1908. Kleinſtes 204. Kniepreſſe 1617. Knoten, auf= und niederſteigender der Mondbahn 299. =Linien 268, 299. Kohlenmalter 538. Körper, geometriſcher oder mathematiſcher 117, 612, 721. Komet 29, Halley'ſcher und Whiſton'ſcher, ſo wie der vom Jahr 1811 und verſchiedene andere 100. Kometen, Licht derſelben 1620; ungleiche Bewegungen (und eigenthümliche Verhältniſſe) derſ. der Jahre 781, 1405, 1614, 1620, 1680, 1682; Wiederkehr derſ. 100. Kolbenmaſchinen 535. Kräfte, mechaniſche 1871, 1874. Krahn 1881. Krebs (Sternbild) 250. Kreis 119, 610; =Bewegung 1884; Durchmeſſer 664; =Gleichung 118, 729; =Theilung und Umfang deſſ. 119, 610. Kreiſe, concentriſche 611—612; größte 205. Kreiſelräder 1882. Kreuz=Haspel 1881. Kugel, Inhalt derſelben 612—613, 1680, 1873. Kugelung 120. Kurbelbug 1881. — Länge, aſtronomiſche 250, 290; geographiſche 235, 237. Längenuhren 237. Lage eines Erden=Ortes, ſo wie eines Sterns; Beſtimmung derſ. 240. Lehrſatz 721. Libelle 1914. Liespfund 1909. Liter 1904; Rückführung der bekannteſten Gemäße auf daſſelbe 1906. Locomotive 562, 915, 1918. Logarithmen 660 und 738; hyperboliſche 677, imaginäre 702, künſtliche und natürliche 677, reelle 702; Beiſpiele ihrer Verwendung 667 und 679. Logarithmiren 669. Lo-

garithmus von Zahlen zu ſinden, welche in den Tafeln nicht vorkommen 674. Lunationen 280. Lustra 281. Lyra (Geſtirn) 1405, 1623.

M bis S.

Magister matheseos 617. Mark, als Grundgewicht 1410. Mars 470, 1630. Maſchinen, einfache und zuſammengeſetzte 1879. Mathematik, Begriff, Eintheilung und Leiſtungen derſelben 601, 605, 759 und 760. Maximum, ſ. Größtes. Mauerbrecher 1881. Medicinalgewicht 979, ſ. a. Apothekergewicht. Meer, Baltiſches: wo es Ebbe und Fluth hat 263; rothes, tiefe Ebbe deſſelben und Sage über deſſen Trockenlegung 267; Untiefen deſſ. 340; Vulkane deſſ. 181. Meilen, Größen verſchiedener 237, 1900 ff. Mercur 1630, Durchgang deſſelben 782; ſein Umlauf um die Sonne, ſo wie jener der Venus, ſchon den Alten bekannt 288. Meridiane, ſ. Mittagskreiſe; iſagogiſche, ſ. Linien, iſagogiſche der Alten. Meſarthin (Stern im Widder) 246. Meter (Mètre) und Metriſches Syſtem 1899 ff.; Rückführung der bekannteſten übrigen Längen=, Flächen= und Körper=Maaße auf daſſelbe 1899—1904, ſo wie der Gemäße für trockene Gegenſtände (Getreide, Holz ꝛc.) auf daſſelbe 1903, desgleichen des Rheiniſchen und Pariſer Fuß auf das Meter, ſammt Vergleichung dieſer Fußmaaße mit den übrigen Fußmaaßen 1899, 1901—1902. Metronom 1642, 1655, 1892. Mikrometer 383. Milchſtraße 286. Minimum, ſ. Kleinſtes. Mitſchein der Geſtirne 290. Mittag, wahrer 236. Mittags=Höhe 244, =Kreiſe, Zeitunterſchiede derſelben 238 und =Linien 154, 236, 238, 245 und 246; gezogen zu den Zeiten David's und des Kodrus 283; =Zeiten verſchiedener Orte 238. Mittelkraft 1871. Mittelpunkt 119. Mitternacht, wahre 236. Moment, Newton'ſches 728; des Falles 1876. Mond 1632; deſſen fortdauernde größere Annäherung zur Erde 298 u. 300. Mondbahn 294, 1632; Eintheilung derſelben bei den Chineſen und Indiern, ſo wie Neigung und Knoten derſelben 299; =Cykel 280; =Diſtanz 236; =Finſterniß 237, 290; =Längen=Unterſchied 295; =Lauf, Ungleichheiten deſſelben 268; =Oppoſition, unverträglich mit der Ptolemä'ſchen Weltordnung 292, 236, 278; =Periode (Wechſeldauer) neunzehnjährige 266 u, 299; =Phaſen oder Lichtwechſel 236, 278, 1632; =Quadraturen und Syzygien 256; =Viertel 236. Monat, anomaliſtiſcher 295, ſyderiſcher, ſynodiſcher und tropiſcher 294. Monate, woher deren ungleiche Dauer 278. Monom oder Glied 701. Morgenweite 236. Mühle ohne Rad und Drilling 1882. Mühlräder 464. Münzgewicht 1908, 1988. Münzſtempel 1880. Multiplication (Vielfältigung) 629. Multiplicationskreis 1914. — Muſterform (Typus) Beſtändigung derſelben und Folgerungen daraus in Beziehung auf Beſeelung 11. Nadir (Fußpunkt) 231. Nachtbogen 235. Nachtgleichen (Frühlings= und Herbſt 250) und deren Punkte 245, 256; Vorrücken derſelben 179, 242, 268, 279, 588, 1636. Nebel=Flecken und =Gegenden des Sternhimmels 1623, 1624. Neigungsloth (Cathetus incidentiae) 1894. Nenner 632. Neptun 1813, 1628, 1838; Mond deſſ. 1628. Neujahr, Ruſſiſches 282. Neumond 236, 290. Nipfluth 256. Nord, wahrer 118 ff. 153. Nullpotenz 625. Nutation (Schwanken) der Erdaxe 268, 1626. — Obelisken 246. Oelpreſſe 1880. Olympiade (als Schaltjahrs=Wechſeldauer 277, 285; erſte 285. Oppoſition (Gegenſchein) der Geſtirne 290. Optik, deren Eintheilung 1895. Ordinaten 119, 610; des Halbkreiſes 1892. Orion 1613 (Stern im Nebelfleck deſſelben 1623.) Ort, wahrer eines Sterns 1626. Oſt, wahres 235. Oſymandyas Ring 277. — Palilicium, ſ. Aldebaran. Parabel 610, 1893; Galilei'ſche und Quadratur derſ. 1893. Parallaxe (Nebenſicht) 292; der Kometen, Folgerung daraus 615; tägliche und jährliche 219, 297 und 1626. Parallelepipedum 612, 1900. Parallel=Kreiſe 236.

-Linien 16. Parallelogramm 612, 619, 1624; der Kräfte 1871, 1874. Parameter 1893. Parentheſe 621. Partial-Coefficient 716. Pendel 38, 40, 45, 269, 1610, 1617; roſtförmige 237; -Längen 1642, 1889; -Uhren 1642. Perigaeum (Erdnähe, größte eines Planeten) 266, 295. Perihelium (größte Sonnennähe eines Planeten) 243, 1885. Periode (Wechſeldauer) 279; der Weltkörper-Umläufe 1629 u. ff.; Julianiſche, Benutzbarkeit derſelben zu Zeitbeſtimmungen wichtiger geſchichtlicher Ereigniſſe 281; Kallippiſche und Meton'ſche, ſ. a. a. O. Perioecii (Nebenwohner); in einerlei Parallelkreiſe wohnende 240, 471. Peripherie, ſ. Kreisumfang. Periscii (Umſchattige) 240. Permutation (Verſetzung, arithmetiſche) 688 und 748. Perpendikel, ſ. Pendel. (Abſchn. IV.) Perturbationen des Planetenlaufes 268. Pfeil, ſ. Querſinus. Pferdekraft 1917. Phönix (Sternbild) 250. Phyſicismus 830. Planetarium 247. Planeten 243. u. 1619—1631; ältere ſog. 289, angeblich fortſchreitende Entfernungen derſ. von der Sonne 277, Bewegung derſ. und ihrer Trabanten, nach Carteſius 29, Bewegung ſcheinbare derſ. 245, wirkliche 243; Keppler's Geſetze u. harmoniſche Proportionen derſ. 25, 29, 291, 292, 287, 1629 u. 1885, ſ. a. Geſetze, Keppler'ſche; (Erläuterung des dritten Keppler'ſchen Geſetzes am Jupiter 1619); Dichte und Durchmeſſer derſ. 783, 1629; obere und untere 268 u. 469; Umlaufs- und Umſchwungszeiten derſelben 783, 1629; Zuſammenkünfte derſelben 295; wie ſie zu beobachten 1679. Planetoiden 1614. Plejaden oder Siebengeſtirn (oder Gluckhenne) 1624. Polarſchein 240. Polarſtern 248. Pole des Horizonts 236. Polhöhe 239, 247; Beſtimmung derſ. 248; nicht durchaus gleich der geographiſchen Breite 1900. Polygon (Vieleck) 617. Polygonalzahl 745—747. Polynom 712, 731. Poſitionswinkel 250. Potenz 619, 628; -Exponenten 668; -Geſammtwerth 702; mit negativen Größen 625, mit Null 651. Potenzen, Diviſion derſelben 651; imaginäre 701; neue derſelben Wurzel 701; poſitive 625, 702; reciproke 751; reelle 701; ſtralende (ſog.) 1656, 1894. Potenzirung 651. Poſtetität, ſ. Potenz. Practik, ſogenannte welſche 654. Präceſſion, ſ. Nachtgleichen-Vorrücken. Präparirmaſchine Ullhorn's 1880. Primzahlen 641. Prisma, ſ. Eckſäule. Probirwaagen 1883. Progreſſion, arithmetiſche 656, 660; contra-harmoniſche 752; geometriſche 659, 752; harmoniſche 751. Pronikzahlen 746. Proportion, arithmetiſche, geometriſche, harmoniſche, ſtetige und unterbrochene 648, 700, 721 und 751. Proportional-Theil (logarithmiſcher Rechnungen) 681, 687; -Zahl, mittlere 573. Ptolemäos, Weltſyſtem deſſ. 288, 292. Pud 1908. Punct, mathematiſches 647. Pyramide (Spitzſäule) 611; Ableitung des Wortes und größte ägyptiſche 574; was dieſe jetzt, mittelſt Dampfmaſchinen, zu bauen an Menſchen und Zeit erfordern würde; ebendaſelbſt. — Quadrangularzahlen 746. Quadrat 612, 618 und 620; Erwachſen deſſelben 721. Quadratſchein, ſ. Geviertſchein. Quadratur oder Geviertſchein eines Sterns 291. Quadratwurzel 618, aus zuſammengeſetzten Buchſtaben-Ausdrücken 625, für Zahlen (von 1 bis 38) 624. Quadratzahlen 618—620. Queerſinus 665. Quotient, ſ. Gleichtheilung. — Rad an der Welle 1878, 1881. Rad, Barlow'ſches 1840. Radius (Halbmeſſer) 119, 640. Radius Vector 119, 1884, 1885. Radlinie 1892 ff., ſ. a. Cykloide. Räder, Arten derſ. 1873, 1882 und Räderwerk 1882. Rational-Größe 640; -Wurzel 641. Rechentafel, Pytagoräi'ſche 618. Rechnung mit Eins und Null 759. Rechnungsarten, gewöhnliche 670. Rechenſtäbe 648. Rectangulum 1893. Rectascenſion, ſ. Aufſteigung, gerade. Reflexions-Ebene 1895; -Perpendikel 1895; -Winkel 1894. Regel de tri 654. Regel: Rees'ſche 656. Regula Cos 621, Falsi 656, Multiplex 655, Quinque 654. Regulirungsgewicht 1910. Reibung und Reibungs-Coefficient

28, 1877; gleitende und rollende 1638; Minderung derſ. ohne Zwiſchenmittel 1882. Reichskalender, allgem. 282. Reihen, arithmetiſche (Gleichungs-Umkehrung) 756; geometriſch convergirende und erzeugende 755; harmoniſche 751; höherer Ordnung 750; interpolirte 756; unbekannte 757; verticale 745; wiederkehrende und Benutzung derſ. 754, 755; fallende und ſteigende 659; rücklaufende 755. Reverſion oder Reihen-Umkehrung 757. Reverſions- oder Umkehrungs-Pendel 1890. Revolution, ſideriſche 279. Rieſenteleskop 1678 ff.; Herſchel'ſches 1679. Rieſenthiere, vorzeitliche 303. Rollen, Arten derſ. und Rollzüge 1882, 1883. Rom, Erbauungszeit derſ. 281. Rundſäule 612, 618; Inhalt derſelben 613. Ruthen, geometriſche 1902; -Maaß 1903. — Saturn 268, 1620, 1629. Scala relationis 754. Scandinavien, andauernde Hebung deſſelben 179, 1564. Schaltjahr, Entſtehung deſſelben 279. Scheiben, kreisrunde 1873. Scheitel der Wurflinie 476. Scheitelkreiſe 235 und 240. Scheitelpunkt 234. Schiefe der Ekliptik 1627. Schiffsroſe 150. Schlaguhren, älteſte 247. Schnellwaage 1881, 1883; ohne Läufer, ebendaſ. Schock 634. Schottland, Senkung deſſ. 180. Schwertfiſch 250. Schrauben: Linie, Mutter und übrige Theile derſ. 1872; ohne Ende 1873. Sciaca (Inſel), vulkaniſche Emportreibung derſelben 179. Secunden-Geſchwindigkeiten 39, 89, 466; -Pendel 1888, 1889, 1891; als Grundmaaß unannehmbar 1868; wahres 1888. Seeuhren 237. Sehnen, geometriſche 119, 610, 664, 1888, 1894. Sehwinkel 26, 27, 36. Seile, Steifheit derſ. 1883. Semidiameter 119. Sexagenae 644. Sexageſimal-Rechnung 644, 646. Sextilſchein, ſ. Geſechstſtein. Siegelpreſſe 1880. Sinus 664, totus 666, versus 665. Sirius 1623, -Weite 241. Solſtitien (Sonnenwende) 242, 245, 250. Sonne 1628 ff.; Abweichung derſelben: größte nördliche und ſüdliche 250; Bahn derſelben, ſcheinbare 245, ſ. auch Ekliptik; Dichte und Durchmeſſer derſ. 783; Größe, ſcheinbare derſ. in verſchiedenen Zeiten 272; Maſſe, verhältliche derſ. 781; Umſchwungszeit derſ. 783; Verzögerung, mittlere, tägliche derſ. 244. Sonnen-Bau, ſog. 283; -Cykel 280; -Fackeln und -Flecken 1657; -Finſterniß 290; -Höhe 246, Beſtimmung und Benutzung derſ. 248 u. 284; -Jahr, gleich und ungleich dauerndes (ſideriſches und tropiſches) 279; -Licht, hat in 3000 Jahren keine merkliche Aenderung ſeiner Stärke erlitten 80, erleidet in der Sonnenatmosphäre keine Brechung 782 (Einwürfe dagegen, ebendaſelbſt); kann kein Verbrennungslicht ſeyn 276; -Syſtem, Ueberſicht deſſelben 1628—1632; -Tag, mittlerer und wahrer 243; -Uhren 154, 245, 247; -Umſchwungskraft 783; -Zeit 243. Sphaera obliqua, parallela und recta 239. Sphären der älteren Aſtronomie 289. Sphärometer 1702. Spiegel, ebene und gekrümmte 1894. Spiegelſextant 1677. Spitzſäule 611. Springfluth 263. Stadien, Größe derſ. 237. Stammgrößen der Function 731. Stellzahlen 743. Stern-Bilder 240, 250, 1624, 1892; -Breite und -Länge 250; -Licht 241, 1621, 1624; -Meſſung der Alten 282; -Tag 243; -Verzeichniſſe 240; -Warte, Ulugh-Beigh's 287; -Warten, ältere und neuere 247, 287, wie ſie zu bauen 286; -Zeit 243. Sterne erſter, zweiter, dritter ꝛc. Größe 241. Stirn- und Stern-Räder 1873. Stralenbrechung, aſtronomiſche 236, 241, 1625. Streifenlicht, prismatiſches; Benutzung deſſ. in der Aſtronomie 1682. Stunden-Kreis, ſ. Abweichungs-Kreis. -Winkel 242. Subſtitution, arithmetiſche 701, 707; und Einhüllungen zum Eliminiren der Größen 758. Subtraction, ſ. Abzugszählung. Süd, wahres 240. Symbole, arithmetiſche 701. Syntheſe, mathematiſche 695. Syſtem, Copernicaniſches, ſ. Copernicus.

T bis Z.

Tafeln, logarithmiſche 674, 682. Tage, längſte unter verſchiedenen Breitengraden und Tages- und Nachtlängen verſchiedener geographiſcher Breiten 239. Tagewerk (Land-Maaß) 1903. Tangenten 476, 665. Tangentialkraft 1884. Tarirwaage 1881. Taſchenuhren 247 (Geſchichtliches derſ.; ebendaſ.). Thatſache, algebraiſche 600. Thierkreis 241, 242, 290, 1624; altägyptiſcher 298; verſchiedene ältere 247; von Denderah (Tentyris) 246. Time-Keeper 237, ſ. a. Zeithalter. Toiſen 1899, 1904. Tonne (Gewichtsgröße) 538. Trabanten 29, 300, 1632 ff. Trägheit, ſ. Beharrung. Traghebel 1883. Traubenkelter 1880. Triangel 611, ſ. a. Dreieck. Triangular-Schein, ſ. Gedrittſchein; -Zahlen 746. Trigonometrie 664—666. Trinom 701. Tropen 242. Troy-Mark (Gewicht) 405. Turbinen 1882, ſ. auch Kreiſelräder. Tuſchſpiegel 1897. — Uebergroßes 759. Uhren, älteſte 247. Umlaufsbahnen der Kometen; Verkürzungen derſelben durch Weltäther-Widerſtand (zumal am Enke'ſchen) 298. Umſchlagen affirmativer (zuſagender) Größen in privative (verſagende) 599. Unendliches 759. Unendlich-Großes und -Kleines 642, 647, 759. Univerſalwaage 1883. Untergang, akronyktiſcher, heliakaliſcher und kosmiſcher 291. Untergangs-Weite 236. Unterkleines 759. Unterſchied, arithmetiſcher 630. Uranus, bei welchem Geſtirn er entdeckt wurde 1624. Urpendel, Compenſationen deſſ. 387. — Valvations-Gewicht 1910. Venus 1628 ff., Durchgang derſelben 782. Verfinſterungen der Sonne, des Mondes ꝛc., ſ. Mond- und Sonnen-Finſterniß; Benutzung derſ. zu Längen-Beſtimmungen 235. Verhältniß, arithmetiſches, Arten deſſ. 630—641; geometriſches 631. Verhältnißlehre 638. Vermiſchungs-Rechnung 656. Verneinungs-Größen 628. Verſetzungen, arithmetiſche 688, 748. Verticalkreis 234 ff. Vieleck 617. Vis inertiae, ſ. Beharrung. Vollmond 236, 299. Vorrücken der Nachtgleichen 289, 558, ſ. a. Nachtgleichen. — Waage, Arten, Einrichtung und Gebrauch derſ. 45, 343, 1881, 1883, ſ. a. Schnellwaage und Hebel. Wahrſcheinlichkeits-Rechnung 692, 755. Walze, ſ. Rundſäule. Waſſeruhren 287. Water Spindler 1883. Wechſeldauer 279. Wega (Geſtirn) 1627. Welle (Maſchinentheil) 1878, 1882. Welt 1407; -Aether 87, 298, 1405, Widerſtand deſſelben 298; -Gegenden 153; -Körper, Selbſtthätigungs-Einheit derſ. 1405; -Kugeln, künſtliche 239; -Ordnung des Apollonis, Ariſtarchos von Samos, Copernicus, Nicetas von Syrakus, Nicolaus de Cuſa, Ptolemäos und Tyge de Brahe 293, ſ. auch dieſe Namen; -Pole 235, 242, 247; -Raum, Erfülltſeyn deſſelben 780, Temperatur deſſelben 90; -Syſtem, Aegyptiſches 291. Wendekreiſe 242. Weſt, wahres 235. Widerſtand des Mittels 28, 31, 37, 38, 42, ſ. a. Reibung. Widerſtands-Exponent 473. Winden (Maſchinen), Arten derſ. 1881. Winkel 613, -Abſtand eines Geſtirns 236; -Hebel 1880, 1883, 1885; -Meſſer, ſ. Goniometer; -Spiegel 1897. Wirbel, Carteſianiſche 29. Würfel 612. Wurf-Hebel 1884; -Höhe, -Richtung und -Zeit 1893. Wurzel, arithmetiſche 619, 622, 625, 627; abſolute 702, 709; Ausziehung derſelben 651, Beſtand derſ. aus einfachen Buchſtaben-Ausdrücken 625; Binomiſche 721; Factoren derſ. 713, imaginäre 719, reelle 702; Finden derſelben durch Näherung 723; irrationale, negative, quadrinomiſche u. unmögliche 718, 719, 721, 724; -Gleichung 713; des zweiten Grades 715; -Grenzen 723; -Täfelchen 618; und Factoren-Beſtimmung, als Vermittler der Gleichungs-Zuſammenſetzungen 713; -Zeichen 621. — Yards 1903. — Zähler 622, der Brüche 632. Zahl, Bernoulli'ſche 747; figurirte 744, güldene 281, Ludolph'ſche 611, ſurdiſche 626. Zahlen, beſtimmte und unbeſtimmte 607;

der Irrationalgrößen 626; figurirte 744, Täfelchen derſelben 744—745; quadratiſche 609, 628; Werth derſelben, wie er zu ſuchen 705; zuſammengeſetzte 641. Zehnermaaß (Decimalmaaß) 1902. Zeichen, algebraiſche 626; mathematiſche 608 ff., 625 und 637. Zeiger der Zahlenreihen 743. ſ. auch Indices. Zeit, mathematiſche Bedeutung derſelben 759; mittlere 243, 244, 247, wahre, ſ. ebendaſelbſt; -Gleichung 243; -Halter, ſ. Time-Keeper; -Maaß 249; -Meſſer 286, 1891; mittlere, überſichtlich für beigeſetzte Jahres-Tage 244; -Rechnung, aſtronomiſche 278; -Unterſchiede mehrerer Städte und anderer Orte 238. Zenith, ſ. Scheitelpunkt. Ziffern 605, 628. Zodiacus, ſ. Thierkreis. Zonen 239—242. Zuſammenzählung, ſ. Addition.

III. Meteorologie (ſammt Klimatologie) und Geologie (Geognoſtiſches und Oryktognoſtiſches).

1) Meteorologie.

a) Außerirdiſche Meteore: Feuerkugeln 121, 1405. Meteorolithen 121, 352, 471, 1614, 1617, 1847. Schleimbälle 121 (und Schleim-Regen 123). Sternſchnuppen 296, 1405—1406, 1613, 1640. Zodiacallicht 1615, 1814.

b) Klimatologie (24, 81, 301): Erd-Elektricität und Erdwärme, Wechſeldauern beiderlei Innenbewegungen der Erde während des Platoniſchen Jahres 179. Erdwärme 17, 74, 177; innen bedingte 176 und durch Sonnenlicht entſtehende 179 (Eindringungstiefe der Boden-Erwärmung durch Sonnenlicht 261); Abhängigkeiten derſelben von Hebungen und Senkungen des Bodens, deſſen Kühlung und Wärmung ermittelnd 177, 179, 180, 302, 1557 (Erdfall, neueſter 1574). Jahreszeiten, beſondere Abhängigkeiten derſelben 278. Iſogeothermen (Bodenwärme 74, 77, 261; durch Bohrbrunnen ermittelte 69, 175; vulkaniſche 179) und Iſothermen 70. Klima des Mittelmeer-Becken 150; ehemaliges, laut Berichten 74, vor 2000 Jahren 202; Paläſtina's 79, 80; Beſſerung deſſelben auf der nördlichen Erdhälfte 302; Klima und Witterung Deutſchlands 141; Klima und Boden Sibiriens 1440; der Polargegenden überhaupt; frühere Milde deſſelben 1128. Linien, iſobarometriſche 255, iſodynamiſche, iſokliniſche und iſogoniſche (ſämmtlich bezüglich auf den Erdmagnetismus 1809) 1811, 1812, 1815; iſoelektriſche oder Erd-Innenſtrömung elektriſche 181. Luftwärme, Gang derſelben 71—74, der Jahreszeiten 72 (mittlere, Deutſchlands 211); Verhältniß derſelben zur Bodenwärme 69; Wechſel derſelben innerhalb 24 Stunden 72. Nieder-Aegypten Regen-frei 228. Vorzeichen der Jahreszeiten-Winde 230.

c) Irdiſche oder erdluftige Meteore:

α) Beobachtung derſelben: Anemoſkop (Wind- oder Wetterfahne) 231. Anemometer (Windmeſſer) 232. Atmidometer oder Atmometer (Verdunſtungsmeſſer) 183, 232. Barometer 32, 47, 191, 262. (Reiſe-Barometer 68.) Bebungen und Schwankungen deſſelben 67, 222, 252; Correctionen deſſ. 65; Depreſſion deſſ. 67; Einrichtung deſſ. zu meteorologiſchen Beobachtungen 73; Fallen und Steigen deſſelben 251, 423; Höhenpunkt deſſ. 259; Stand, mittlerer deſſ. 46; Verhältniß deſſ. zur Luft-Feuchte und Luft-Wärme (erläutert durch eine Tafel) 222; zum Mondlauf 259; zum Regen 228; zu den verſchiedenen Winden, Stürmen ꝛc. 231, 231. Luft- und Wolken-Elektrometer 553 u. Volta's meteorologiſcher Wanderſtab 173. Hygrometer 81, 82, 182, 209, 210, 211; -Tafeln 211. Hygrometrie 210. Thermometriſches Hygrometer od. Pſychrometer a. a. O. und 212; Vergleichung mit dem Haarhygrometer 224; zeitliche Aenderung ſeines Thaupunkts 209, 225; Gebrauch deſſelben 213, 225;

als Anemometer 232. Ombrometer (Thaumeſſer) 149. Photometrie 81, 82, 105, 962, 1018. Regen- und Schnee-Meſſung 141, 143. Wärmemeſſer oder Thermometer; wie es meteorologiſch anzuwenden 73. Thermometrograph und Thermometrographie 1665.

β) Luft-Meteore: Abendroth 19, 1782. Bewölkung 260. Blitz 135, 326, 337; Bildung und Weſenheit deſſ. 489, 1731; des ſog. kalten Schlages 1734, ſ. a. Gewitter. Blitzableiter 1731. Bora (-Wind) 230. Brockengeſpenſt, ſ. Nebelſpiegelung. Cercius (-Wind) 231. Caſtor und Pollux 1895. Donnerrollen 135. Dunſtbläschen-Bildung der niederen oder Waſſer-Wolken 86, 120, 173. — Eis-Wolken, Bildung derſ. 123. Elms (oder St. Elms) -Feuer 137. Facies coeli 128, 260. Fata morgana, ſ. Luftſpiegelung ſog. Flüſſe, ſog. Rauchen derſ. 121. — Gewitter, Entſtehung 133, 138; -Regen 152 (Gehalt deſſelben 157, 1780); -Winde 230 1731, ſ. a. Winde; ohne Barometer-Aenderung, innerhalb der Wendekreiſe 262. Gewitter zur Winterszeit 302; -Rückſchlag 137. Glatt- und Grund-Eis, Entſtehung derſ. 122 und 340. — Hagel-Ableiter 1731; -Bildung 136, 1731. Harmattan 230. Hehrrauch oder Höhenrauch 261. Herbſtregen 151. Himmel, aſtronomiſcher (Eintheilung deſſ.) 233; atmosphäriſcher (roſenfarbener) 129, ſ. a. Himmelſchau des II. Abſchn. Höfe um Sonne, Mond und Jupiter 174. Honigthau 123. — Jahreszeiten-Winde 141, 228. Irrlichter und Irrwiſche 132, 1577. — Kimmung od. Seegeſicht, ſ. Luftſpiegelung. Kreuzlicht 128. — Landregen 122. Land- und Seewinde 230. Licht-Kronen und -Säulen 128. Luft, atmosphäriſche, an- und abſteigende 40, 41; vorzeitliche 178; Ebbe und Fluth derſelben 255; zumal bei Springfluth 256; Waſſergehalt der jetzigen bei verſchiedenen Temperaturen 215. Luftſpiegelung, ſog. 1681. — Maien-Thau 123. Mirage 1681, ſ. auch Luftſpiegelung. Miſtral oder Mäſtral 231. Morgenroth 129, 1682. Mouſſons (Jahreszeiten-Winde) 141, 228. — Nebel 86, 128; Fallen und Steigen deſſ. 140; Schichtung deſſ. 139; Spiegelung deſſ. 128. Nebenſonnen und Nebenmonde 128. Nord-Licht und -Schein (ſo wie Süd-Licht und Süd-Schein) 1736. — Orkane, ſ. Stürme, äußerſt heftige und Winde. Oſtwind vor Sonnenaufgang 230. — Paſſatwinde 228. Polar-Licht, -Schein und -Schimmer 1731, 1736, 1751. — Quarnero (Wind) 230. — Regen 209, Bildung deſſelben nach Hutton 215; aus verſchiedenen Höhen in verſchiedenen Mengen 143, 149 und 1142; bei verſchiedenen Luftwärmen 144; und Mondlauf 259; unter verſchiedenen Breiten und Längen 141, 145, 146, 149; verſchiedener Gegenden 148, 228, 242, 250; zu verſchiedenen Zeiten 149, 151, 228; -Tafeln 218; Vorzeichen deſſ. 128. Regen-Arten: ſog. Blüthen-, Blut-, Fiſch-, Froſch-, Schwefel-, Sprüh-, Strich- ꝛc. Regen 122, 423 u. 1638; -Bogen 1682; -Tafel 218; -Waſſer; Gehalt deſſelben an Salzen, Erd- und Sonnen-Staub und organiſchen Erzeugniſſen 156, 158, 1419. Regen als Luftelektricität-Erreger und elektriſch leuchtender 137, 155, 156; warum er, in die Blüthe fallend, ſchadet 1455. Reif 108, 122. — Samiel oder Samum 230. Schäfchen 1128, ſ. a. Wolken. Schnee 122; Bildung deſſ. 141, 144, 148 (dabei angeblich Oxygengas der Luft verdichtend 339); Fall deſſ. 144; Pflanzenleben fördernd und ſchützend, Verweſung hindernd 1439 und 1462. Schneien durch Kälte verhindert 144. Serab, ſ. Luftſpiegelung. Sirocco 230. Som-Jeli oder ſog. Peſt (-Wind) 230. Skiron (-Wind) 230. Sommer, fliegender ſog. 1915. Sonnenſtaub 157. Steppenſtürme, heiße 230. Stürme, äußerſt heftige, in früheren Zeiten heftigere 302; Salz-führende 159. — Thau, Bildung deſſ. 108, 122, 158, 204, 227, 850. Treibeis 85, 1569. Tromben

(Waſſer- und Wind-Hoſen, ſog.) 137, 420, 422, 1449, ſ. a. (Wirbel-) Winde. Tropen-Himmel 1625. Wanderſtab Volta's, meteorologiſcher 1732. Waſſer, atmosphäriſches 209, 277; Menge des jährlich verdampfenden 145, 216. Waſſerziehen der Sonne, ſog. 139. Wetterglas 34. Wetterleuchten 135, 137. Wetterſäulen, ſ. Tromben. Winde, Arten und Entſtehung derſelben 233; beſtändige 228, 230; der Gruben 232; der Jahreszeiten, ſ. Mouſſons; Einfluß derſ. auf das Barometer 231, 232; auf Luft-Elektricität 231, Thaupunkt-Stellung 225 und auf wäſſrige Niederſchläge 231. Winde vor, bei und nach Gewittern 1731; regelmäßig wechſelnde 151, 260; wechſelnde 141; weſtliche, ſeitlich der Wendekreiſe 228. Wind-Bäume, ſog. 126; -Fahnen, -Meſſer und Waagen 141, 151, 232—234; -Roſe 152, 154, 233. Windsbraut 231. Windes-Geſchwindigkeiten 233, meßbar durch Schall 234. Wirbelwinde 231 ff. Witterung, Einfluß derſ. auf ſog. Weinjahre 75, 76, 261. Witterungs-Lehre 74, 81, 209. Wolken, Arten, Bildungen, Eigengeſtaltungen und Umbildungen derſ. 121, 122, 125—138; 125 u. 189; 261. Dabei gegebene Abhängigkeiten vom Stande des Baro-, Elektro-, Photo- und Thermo-Meters (ſ. dieſe Benennungen) und vom Winde 189, 261. Wolken-Brüche 141; -Entfernungen und deren Bemeſſung 135; -Farben (goldfarbene, grüne, kupferrothe ꝛc., ſo wie auch des Himmels, insbeſondere bei Sonnen-Auf- und Untergang 129, 139, 1682) 131, 132 u. 232; -Gürtel; Verhältniß deſſ. zu tropiſchen Gewittern, mit und ohne Orkanen und Tromben, auch dieſſeits der Tropen 173 (beim Typhon oder der feurigen Helena 137), wodurch dann, wie überhaupt kurz vor und bei den verſchiedenen Regen (zumal bei dem Sonnen- od. Staub-Regen, dem Strich- und dem Platz-Regen 122) die abgeplattete Wölbung (S. 233) und die Bläue (1448) des Himmels weſentliche Veränderungen und nicht ſelten gänzliche Verdeckungen erleiden, durch welche hindurch dann weder einzelne Fixſterne noch die ſammt jenen am nächtlichen Tropenhimmel lebhaft glänzende Milchſtraße (296) ſchaubar ſind; -Wechſeldauern, zumal der ſog. Hitzwölkchen (139), ſo wie auch der tropiſchen Gewitter.*)

2) Geologie (S. 180, 361).

a) Die Erde in ihrer Geſammtheit, als ſphäroidiſch geſtaltete, innen und außen, ſelbſtig und weltig (kosmiſch) bethätigte, theils ſtarre, theils fließliche, theils Gaſe einhüllende, theils von Luft umhüllte Maſſe.

Erd-Abplattung 1628; -Anziehung, im Verhältniß zur Sonne, zu den Planeten (perturbirende und Perturbationen erleidende (268) und zu dem Monde 1869; -Axenneigung 1627—1631; -Beleuchtung und Anwärmung durch die Sonne 1631; -Bewegung um die eigene Axe und daraus erwachſende um die Sonne 1869, ſo wie hieraus hervorgehende Stellungsverhältniſſe 1631; -Eigendichte 1629, 1883, 1911; -Elektricität 812, 1837; -Entfernung, wechſelnde von der Sonne 1631; -Excentricität, ihrer Bahn 1630; -Geſchwindigkeit a. a. O. u. 1631; -Größen-Verhältniſſe 1629, 1899; -Krümmungs-Verhältniſſe 1899; -Magnetismus 273, 1412, 1809; -Nutation (Erdaxen-Schwanken) 426; -Oberfläche, ehemalige und jetzige 177, 179, 180 (damit zuſammenhängende klimatiſche Beſchaffenheit, ſ. Klima; Scythiens 301, Bulgariens und Serbiens 302); -Schwere 1627, 1629 (im Erdinnern 43);

*) Ueber Gewitter mit Blitzen ohne Donner, ſ. S. 135; über Fulmini ristalti und Blitzröhren S. 1845; über Hexenringe 1217. Ueber Glatteis- und Fenſtereis-Bildung 122; über gewöhnliche Gewitterregen, Land- und Dunſtregen, ſ. S. 122. Ueber die (ſie nicht ſelten abändernden) Land- und See-Winde 230. Ueber Schnee: Donner, -Leuchten, -Grenze und rothen Schnee 144. 1456; ſ. a. Eis-Wolken und Gewitter. Ueber Vorzeichen der Jahreszeiten-Winde 230.

-Verhältniſſe zum Monde (Abſchn. II.) 1632; -Ueberfluthungen und Ueberſchwemmungen, ſ. Fluth und Springfluth. Ueber die des Nil und deſſen Schlamm 256, 913, 1567. Erde: angeblich ehemals feurig-flüſſig (dadurch dann auch nicht vom Waſſer bedeckte) 433, erläutert durch Verſuche 311; Ungleichheit ihrer Innenwärme bei gleichen Tiefen 176; ehemalige und ſpätere (jeztzeitige) vulkaniſche Bethätigungen derſ.: Centralvulkane und einzelne Land- und Meervulkane 177, 1815; vulkaniſche Ausbrüche des Aetna 1875, Island's (ſammt Erhebungen) 25; zum Theil entſchieden, theils fraglich zugehörige Erſcheinungen und Erzeugniſſe: Geiſer und vulkaniſcher Kieſelſinter auf Island (a. a. O.); Erdbeben und Erdſtöße (Calabriens 251), ehemals wechſeldauernde 302; heiße Quellen (Thermen) 93, 548, 1575 (und wahrſcheinlich die meiſten ſog. Schwefel- (Hydrothion-) und carbonſauren oder Säuerlings- (Stahlbrunnen ꝛc.) Mineralquellen 828, 1481, 1848; Petrol und Petrol-Verbindungen, Berg-Naphtha und -Oel (oder Steinöl, d. i. Petrol, in Ungarn neben Alaun 907) 1345, 1384 u. 1571, 1584, 1586 (Quirini-Oel 1585); Berg-Pech, -Talg, -Theer und -Wachs (od. Ozokerit 1579) 1588, 1560, 1591, ſo wie Braunkohlen-Lager 1561, 1568 u. 1591; Asphalt oder (ſtatt Mörtel dienendes) Judenpech 1388, 1588. Asphalt-Lager, ebendaſelbſt und 1591 (und gleich dieſen und ähnlichen Erzeugniſſen) wahrſcheinlich naſſen Weges erfolgten Bildungen, ſ. S. 1591. (Ueber Fälſchungen derſ. 1587); Honigſtein 1558, 1559; Könleinit oder Schererit 1560, 1597; Retinit 1559. Ueber brennbare Erdgaſe, ſ. 1557, 1583; ſog. brennende (Brenngaſe entlaſſende) Waſſerquellen 1585; über die brennbaren Gaſe des Monte di Fo und die der Pietra Mala, ſ. a. a. Orte, beizuordnen ſeyn dürften. Ferner iſt hieher gehörend zu vergleichen: Vulkaniſche Aſche 1563, Mineralquellen (Schwarz- und Braun-Kohlen) als Geſammtgeſteine 1564; über die Bildungszeit oder das ſog. Zeitalter derſ. — auch genannt die kolithiſche Periode, — ſ. a. a. O.*) Ueber Steppen und in ihnen vorkommende Oaſen 1568; Torf-Bildungen, ältere und neuere 1557; -Moore (oder ſog. „Torf-Mooſe"), feſte und ſchwimmende, Sumpf-Oaſen derſ. (ſammt in u. auf ihnen wohnenden, Torfboden verrathenden Pflanzen) 1568 und 1569. Ueber Dammerde-Bildungen und lagernden Vogeldünger (Guano; afrikaniſcher und amerikaniſcher), ſ. S. 1087, 1309, 1553, 1577; über Korallenriffe, die als ſolche (möglicherweiſe) Landbildung vermitteln, Inſeln verbinden, Meerestheile, Meerbuſen bildend abgrenzen, S. 181, u. über Meeres- wie Süßwaſſer-Schlamm-Ablagerungen, Marſchen (1570), Sümpfe (Brüche und Moore; Meer-Moore, angeſchwemmte und den Meerboden bedeckende) 1568; Afrika's, Amerika's, Aſiens (zumal Oſtindiens) und Europa's, insbeſondere Italiens Pontiniſche 1567 (über die der hohen Rhön 1566); über Schottlands Seen und Sümpfe S. 181, 109 und 227. Ueber ſtehende und fließliche Gewäſſer iſt, außer den ſchon im Vorhergehenden hieher gehörigen Nachweiſungen zu vergleichen: Grundwaſſer 69 und Soolquellen 1067; fortſchreitende Minderung des fließlichen Waſſers der Erde 181; jetziger Waſſergehalt der nördlichen und ſüdlichen Erdhälften 129 und 227.**) Schon jedes Geſtein-Verwittern (56, 125, 205, 1253

*) Ueber Gaſe der Kohlengruben und überhaupt der Gruben (und der Sümpfe), ſ. S. 425 und 1583; über gaſige Carbonſäure der Braunkohlen-Gruben 1566. Ueber Börnſtein-Baum 1559, 1565. Ueber Urtorf — wahrſcheinlich Meertorf — als dem muthmaaßlichen Begründer der Stein- oder Schwarz-Kohlenmaſſen, ſ. S. 362, 382, 1557 und 1560.

**) Ueber Reinigung des Waſſers vergl. S. 343 und 1598. Ueber ſog. Brunnen- (oder Keſſel-) Weinſtein, oder Brunnen-Salpeter und über Verhinderung

und 1438) mindert mehr oder weniger die Menge des fließlichen Erdwaſſers; mehr noch feſtigt jedoch die Zunahme der ſelbſtthätigen Bildungsganze, zumal die der niederen Lebweſen das mehr oder weniger, theilweiſe auch den Leichnamen verbleibende, zuvor fließlich geweſene Waſſer. Ueber Geſteinbildung durch Kieſelpanzer der Bacillarien und verwandter Elementarthiere, vergleiche 1249, 1309 und 1410; über vormalige Rieſenpflanzen und Rieſenthiere, S. 303, 1558 ff. Ueber den gefrornen Bodentiefen-Theil Sibiriens S. 1840 (Mammuthe 1463). Ueber Geſtein-Zerfrieren und theils durch Waſſer, theils durch Luft (Luft und Wärme) erfolgendes Geſtein- und Gebirgsmaſſen-Zerfallen, ſ. a. S. 205 und 1415.

b) Geognoſtiſche Einzelgebilde: Braunkohlen; Entſtehung (1558) und Vorkommen (1561, 1568 u. 1591). Braunkohle mit vorweltlichen (?) Getreidekörnern 339. Braunkohlenſandſtein 1559. Dolomit 1250. Gyps 1249. Holz, verſteinertes 1563*). Kalamiten 1560. Keuperſandſtein 1565. Kohlenblende od. Anthracit, ſ. w. u. Kohlenletten 1558. Kohlenſandſtein 1561. Kreite 611. Kupferſchiefer 821. Lepidodendren 1560. Lignit 1563, 1575. Mergel 1253, 1416. Numiten-Kalk 1251. Schiefer, bituminöſer 1557. Schwarzkohle (Steinkohle), Bildung 303, 353, 1560; Vorkommen 1561—1568. Serpentin 1250. Sigillarien 1560. Steinſalz (Natrin-Chlorid 302) im Granit (390), Gneus, Glimmerſchiefer ꝛc. und wahrſcheinlich in den meiſten, wenn nicht in allen ſog. Ur- (und ſpäteren) Gebirgsarten 789. Stigmarien 1560. Triebſand 159 (pumpbar: 160). Ur-Kalk 1249; -Rindvieh, ungehörntes, vorzeitliches 302.

c) Oryktognoſtiſches, neben Allgemeinem nachweiſend: das Vorkommen der Grundſtoffe und der im Laufe der Erdkörper-Entwickelung und Umänderung hervorgegangenen, anorganiſche Grundſtoff-Verbindungen:

α) Allgemeines: Dichroismus 1671. Dichte und Eigengewicht (der Geſteine), bedingte Gleichbedeutung beider Verhältniſſe 889 (das Dichte der Geſammt- und Einzelgeſteine, weſentlich übereinſtimmend mit dem Geſtaltlosſtarren oder Amorphen 594). Dimorphismus 863. 867, 1117. Durchgänge der Blätter kryſtalliniſcher Maſſen 162, 659, 785. Foſſilien (Geſteine), einfache 1564. Iſomorphismus (Gleichgeſtaltung) 643, 945. Kryſtallbildung in Folge von polariſcher (kryſtallmagnetiſcher 764, 784, 1833) und Flächenanziehungs- (31, 208, 764) oder Adhäſions-Bewegung 895. Kryſtalle: Offenfügung derſelben 162; Gerippe und Hauptform derſ. 595, 1362, 1695 und 768; Schnittverhältniſſe derſelben 615 und Verſteckfügung derſelben 162. Kryſtall-Eis oder -Waſſer 61, 167, 205. Kryſtallo-Genie u. -Graphie 1696. Kryſtallonomie, ebendaſelbſt.

β) Geſteine oder „einfache Foſſilien": Aeſchynit Sibiriſcher 1849. Alaun, roher 905—907. Albit 1252. Amalgam, natürliches 193. Amphibol 1251. Amphigen 1252. Analcim 1252. Anatas 818. Anhydrit 322 und 1232. Anthracit 1557, 1561 und 1583. Asbeſt 498. Back-Kohlen 1561, 1592, 1595, 1598. Bitterkalk 322; Bitterſalz 1259; Bitterſpath a. a. O. Blättererz 839. Blätterkohle 1561. Blende 322. Blei-Glanz 322, 893; -Vitriol 322. Börnſtein 1044, 1558 ff. Bohnerz 349. Bol (Bolus), weißer 823. Boracit 1250, 1722. Braun-Bleierz 821. Braun-Eiſen-

---

ſeiner Bildung, ſ. a. a. O. Ueber Mehrung des fruchtbaren Landes durch Trockenlegen von Sümpfen, Mooren und Landſee- wie Meerbuſen-Becken, ſ. 1567. Ueber die der ſog. Zuyder-See und des „Harlemer Meer," ſ. S. 1563, 1565 u. 1563.

*) Organismen, urzeitliche 178. Ueberreſte, verſteinte, von Trajans Donau-Brücke 1563.

erz 349. Braunkohle 1558 (Beſtandtheile derſ. 1564). Braunſtein
(Mangan-Hyperoxyd, natürliches) 1243. Buntkupfererz 393. Caking-
und Cannel-Kohle 1561, 1595. Cererin und Cererit 818 u. 901,
941 ff. Chabaſit 1252. Chromeiſenſtein 812. Chryſolith 1250. Co-
balt-Blüthe 832 (Erd- und Speis-) Cobalt 462. Cöleſtin 1233.
Corund 1236. Diamant oder Demant 93, 114, 858, 1250. Diaspor
894. Dichroit 1671. Dolomit 1250. Eiſen-Erze 349, 384, 808;
-Kies 893, 1558; -Sinter 349; -Spath, a. a. O. Erde, Cölniſche
(Umbra) 1592. Erze, bituminöſe 1572. Eukairit 839. Feldſpath
947, 1252. Feuerſtein 1584. Flußſpath 205, 845, 1723. Gado-
linit 902. Galmey 1722. Gelbbleierz (molybdänſaures) 819. Gibb-
ſit 894. Glimmer 1698, 1731, 1735, 1749—1750. Graphit (Reiß-
blei) 377, 408, 433, 819. Granat (Karfunkel) 1252. Granatoid 1308.
Grüneiſenſtein 349. Gyps, amorpher 1232, ſpätiger 1558. Haar-
kies 893. Harmatom (Kreuzſtein) 1252. Herſchelis 1252. Holz, verſtei-
nertes (ſammt Holzopal) 1563. Honigſtein 1558 ff. Hornerz (Hornſilber
od. Silberchlorid) 897. Humboldtit 507. Kalkſpath 322, rhomboedriſcher
als ſog. „Isländiſcher Kryſtall" 1696. Kalkſtein, körniger (Marmor) 386, ſ.
a. Urkalk. Kaolin 1236, 1252. Karſtenit 1232. (Gediegen-) Kupfer
865. Kupfer-Glanz 893; -Glimmer 832; -Kies 893, 947. La-
brador 1252. Linſenerz 832. Magneſitſpath 322. Magnet-
Eiſenſtein 349; -Kies 806. Mascagnin 1237. Meerſchaum 1250.
Meſotyp 1722. Meteoreiſen 121, 352 u. o. Molybdänglanz 819, 893.
Nephrit 410. Nickelblüthe (u. Kupfernickel) 832. Olivenerz 832. Or-
thit 902. Orthoklas 947, 1252, ſ. a. Feldſpath. — Papierkohle 1571.
Pechblende 818. Petalit 1252. Pharmakolith 832. Phrenit 1252.
Pigolit 1559. Polymigit 818. Porzellanthon 1252. Pyro-
chlor 818. Pyroxen 1251. Platin, rohe (Waſch-Platin, zum Theil
neben Waſch-Gold) 870, 1271. — Quarz 1750, 1698. Queckſilber-
lebererz 197, 1572. — Raſeneiſenerz (Raſeneiſenſtein, Sumpferz und
Rotheiſenerz) 349—350. Rothgültig 893. Rubin 821, 1236. Rutil 818,
820. Ryockolith 1252. — Salpeter 1437. Sandkohle 1595. Sa-
phir 1236. Schieferkohle 1561. Schmaragd 821. Schmirgel
1165, 1236. Schrifterz (Aurum graphicum) 839. Schwarzkohlen
557, 1557, 1561, 1564, 1558. Schwefel 863, 1117; -Kieſe 349; -Sil-
ber 872. Schwerſpath (Baryt der neueren Geſteinforſcher) 322, 1233.
Selen-Blei und -Kupfer 839. Serpentin (edler) 1250. Sibi-
riſch-Bleierz 818. Silber, gediegenes, Silberglanz und Sil-
berkupferglanz 863. Sinterkohlen 432, 1561, 1564, 1591 und
1595. Skorodit 832, 842. Spatheiſenſtein 322, 1262. Speck-
ſtein 1250. Sphen 818. Spodumen 1252. Stangenkohle, ſ. An-
thracit. Steinkohlen 1561, 1565, 1594; Anthracit-artige 1565. Stein-
ſalz 302. Stibglanz (Schwefelſtib oder Schwefelantimon; daher auch
Antimonglanz) 403, 893. Stilbit 1252. Stink-Erde, blättrige und
-Kohle 1571. Stralkies 893. Strontianit 1249. Struwit 1323.
— Talk 1250, blättriger 410. Tantalit 518, 818, 1268. Tellur-Sil-
ber und -Wismuth 839. Tinkal 1242. Titanit 818, 820. Thorit
856. Topas 1236. Topfſtein 390. Torf 383, Arten: Blätter-,
Dras- oder Tras-, Darry (oder Meer-), Heide- (ſo wie auch Heide-
und Scholler-Erde 338 und 1576), Moor- oder Sumpf-, Papier-,
Pech-, Raſen-, Rohr- oder Schilf-, Schlamm- (und Bagger-),
Schlick-, Strand- und Tang- oder Dang-Torf 1561, 1566, 1568,
1570—1573. Tungſtein 819. Turmalin (edler Schörl) 1722, 1723. —
Uranit 818, 977. — Vanad-Erze 818. Vitriole (Eiſenvitriol 643)
1244. Vivianit 1574. — Waſſerblei, ſ. Molybdänglanz. Weißblei-

erz 322. Wismuthglanz und übrige Erze 460, 893. Witherit 1262, 1759. Wolfram 819. Würfelerz 832, 842. — Ytter-Erze 901, 902, 941, 942, 1252. Zinnober, gediegener 94, 322, 1055, ſ. auch Queckſilberlebererz. Zinnſtein 1236. Zirkon (u. Hyacinth) 902, 1253. Zoolithe 1253.

IV. Chemie (21, 24)

als Lehre von den Beſchaffenheiten (oder ſinnlichen Wahrnehmungs-Werthen), Eigenſchaften (oder gegenſeitigen, neue Beſchaffenheiten erzeugenden Bethätigungen), Verbindungen und Verbindungs-Größenverhältniſſen, Vorkommen und (aus demſelben ableitbaren) Beziehungen der Grundſtoffe, oder der „letzten," als ſolche zur Zeit unzerlegten (bis jetzt daher als: in ungleichartige Stoffe oder Materien nicht theilbar zu erachtenden) „Beſtandtheile" den Raum erfüllenden Dinge.

1) Erklärende und geſchichtlich-allgemein erläuternde Abtheilung.

Acidität (Sauerheit) 827, 937, 1596. Aequivalente 790,*) oder „ſtöchiometriſche Werthe" (777) oder „chemiſche Verhältniß- oder Vertretungs-Gewichte" (944, 1238); Nachweisbarkeit derſelben durch galvaniſche Zerſetzungen (1770) und Vorſicht bei ihrer Ermittelung (787). Allſäurer oder „Sauerſtoff" 859, ſ. a. Grundſtoffe. Amphigenſtoffe oder Säuren- und Salzbaſen-Bildner (O, S, Se und Te**) 840. Analyſe, chemiſche 695. Aneinanderlagerung oder Aggregation in Ausſcheidung begriffener Stoffe 162. Anziehung, chemiſche, oder gegenſeitige Verbindungs-Beſtimmung der Stoffe (der einfachen, wie der zuſammengeſetzten) 95, 765; ein Erzeugniß hauptſächlich der vereinten Cohäſions- und Elektriſirungs-Bewegung derſelben (326) und darum vorzüglich abhängig von Anwärmung und Elektricitäts-Anregung (841), ſo wie zum Theil auch von Licht (1263) und von Kryſtalliſations-Bethätigung (oben III. S. 15) und theils eingeleitet, theils begleitet von phyſiſcher Flächen-Anziehung („Adhäſion") 31, 208, 764. Ueber die Gaſe verdichtende Anziehung (Cohäſions- und fraglichen Elektriſirungs-Wirkungen) des Platin-Feuerzeug (494 ff. und 788, dann 564), -Mohr oder -Schwarz (461, 846—849 und -Schwamm 194, 457, 461 und 484. Atome, chemiſche 760, 770; gaſige 775; Verhältniß derſelben zur Wärmefaſſung 777. Ausgleichungen der Metalle 872. — Baſen oder „Salzgründer" 1168; -Forderung 599, 1334; und Säure-Princip Winterl's 1704. Baſen, Sättigungsvermögen derſelben 927, 930, 1079. Baſicität 875, 1015, 1127. Berührungs-Elektricität als Vermittler chemiſcher Zerſetzungen 1777; Wirkungsweiſe derſ. nach Faraday 1770 und Bemerkungen darüber 1778 ff. Beſtand, chemiſcher 888; Ungleichheit deſſelben 1293. Beſtandtheile, nähere, entferntere u. letzte 4, 6 u. 94; vicarirende 777. Bildungstheile 93; Bezeichnung u. Formeln derſ. 763, 770, 912, 971. Brennzünder 833, 858, ſ. a. Grundſtoffe und Salzbildner, entzündliche. — Chemie, Allgemein-Geſchichtliches derſelben 888, 1718, ſ. a. die Benennungen der einzelnen Grundſtoffe, Phlogiſton, Stöchiometrie und Elektrochemie. Chemismus 273, 830, 1612;

*) Zu weiterem Nachſchlagen, hinſichtlich der hier und im Nachfolgenden vorkommenden Gegenſtände, dient das Regiſter. Die bei den Gegenſtänden bereits bezeichneten Stellen gewähren übrigens, in den meiſten Fällen, weiteren Nachweis.

**) So wie hier, ſo ſind auch im Nachfolgenden, der Raum-Erſparniß wegen, die Grundſtoffe od. ſog. chemiſchen Elemente zum Theil nur durch ihre chemikaliſchen Zeichen oder chemikaliſchen Symbole (785, 855, 873) angezeigt, und iſt daher, im obigen Falle, ſtatt Oxygen oder Sauerſtoff ein O, ſtatt Schwefel ein S, ſtatt Selen ein Se und ſtatt Tellur ein Te geſetzt worden. Beſtätigt ſich die Entdeckung des Ilmen (1849), ſo hat dieſes Metall das Zeichen Il zu erhalten, während das Niob zum chemikaliſchen Kennzeichen Nb erfordert.

als Bewegungsgrund 763; und Elektricität 843; und Phyſicismus: in Wechſelwirkung 886; und ſog. gebundene Wärme 165, 325, 1263. — Dimetallinen oder „Gediegen-Metalle“ 860. — Einungs-Gemiſche 508 ff. Elektrochemie 909, 1752. Elektrochemismus und Wärme 1582. Elementar-Analyſe 912. — Formeln, chemikaliſche 874, 940 ff., 1599; Entwerfung derſ. 874. — Gährungen (206, 1335, 1360, 1463) oder ſog. (durch Anregungen von Außen und Erregbarkeit von Innen bedingte) „Selbſtveränderungen“ ſolcher Bildungstheile, welche, als dem Waſſer und der Luft zugängliche, Wärme und Elektricität mehr oder weniger (unvollkommen) leitende und dieſer Leitung gemäß der Berührungs-Elektriſirung fähige, mehr als zweiſtoffige Grundſtoff-Verbindungen, bei jenen Veränderungen in Wärme-Bewegung gerathen und beharren (Wärme entwickeln und verbreiten) und, nach Maaßgabe des Vorganges und Erfolgs in drei Hauptabtheilungen zerfällt werden könnten, in: Verbindungs-Gährung (z. B. des Amylon mit Waſſer durch Diastas zu Dextrin, des Weingeiſts durch ſog. ſaure Gährung mit O zu Eſſigſäure; der Gerbſäure zu Gallä- u. Carbonſäure, des H zu HO bei d. Verweſung ꝛc.). Ummiſchungs-Gährung (z. B. des Kryſtall-Santonin durch Licht, zu weſentlich abgeändertem Santonin ꝛc.) und Zerſetzungs-Gährung (z. B. gegenſätzliche oder polariſche Zerſetzung des Zucker in Carbonſäure und Weingeiſt; der faulenden Azot-haltigen Bildungstheile in Ammonoxyd u. Säuren, z. B. Carbonſäure) u. die wenigſtens in 16 verſchiedene Arten, ſammt vielen Abarten zerfallen; vergl. S. 1359, 1543 ff. und 965; 1333, 1463, 1472, 1479, 1482 und 1013, 1479—1499; Verſchiedenheit der Anſichtungen über die Natur der Gährungen 1474—1481. Gasolyta 844. Gegenforderung, chemiſche 770, 1127. Gegnungs-Gemiſche (od. -Verbindungen) 769. Gluth, Abänderungen, Arten und Grade 356 und 1658. Grundſtoffe 763, Anordnung derſ. 840; elektriſche Spannungsreihe derſ. 843; geeinte oder ſog. zuſammengeſetzte 769; ſtöchiometriſch bezeichnete 642; -Vertreter 790, 873, 948; ſtöchiometriſche Zahlen derſ. 840 ff., 1228 ff. neuere 1329. Halogenationen 893. Halogenide 873. Herſtellungen der Metalle 819 ff.; galvaniſche 911, 1555, 1757, 1772, 1777, ſ. auch Zerſetzungen, galvaniſche. Hitzgrade, Meſſungen derſ. 385, 389. Hydrate und Hydrationen 203, 244, 658, 862, 894, 944. Hydrogen als Phlogiſton 796. Iſomerie 690. Kryſtalländerungen durch kleine Zuſätze 913. Leichtflüſſige aus der Verbindung an ſich Strengflüſſiger (und umgekehrt) 206, 872. Löſungen verſchieden von Auflöſungen (und Salzlöſungen, bereits geſättigte als Löſungsmittel anderer Salze) 166. Metalepſie 1042. Metall-Kalke, ſog. 797; -Moor (oder -Atlas ſog.) 1363, 1667. Metamerie 761. Miſchbarkeit, chemiſche 766. Miſchungs-Bewegungen, chemiſche 763; -Beſtand 762; -Factoren 766; -Gewicht 320, 658, 777, ſ. a. Vertretungs-Gewicht; -Vermögen 766. Moderung 917, 1556, 1557. Molecul oder Molekel 6. 7, 44. 111, 325, 771; -Bewegungen 84, 87, 598; Verſchiebungen: vor der Kryſtalliſation 61. Molecular-Volum 881—891, 896. Neutraliſation und Neutralität (Keinerleiheit), chemiſche 36. Niederſchlagungen oder Fällungen und Niederſchläge, chemiſche 913, galvanochemiſche verſchiedener Metalle, Fällungs-Ordnung derſ. 871, ſ. a. Galvanoplaſtik (des VI. Abſchn.) u. Vergoldungen, Verkupferungen ꝛc. w. u. (3te Abtheilung dieſ. Abſchn.) — Operationen (Verrichtungen), chemiſche 915. Oxydabilität (Erhöhung vermittelſt H 1087) und Oxydate; baſiſche und ſaure (Oxygenüre und Oxygenide; Oxygen-Baſen und Oxygenſäuren) 873, 893 und ſog. indifferente 204.*) Oxygen (O), Darſtellung und warum Berzelius es zur ſtöchio-

*) Ueber Protoxyde und Peroxyde; Hyperoxydule und Hyperoxyde; Deut-, Trit- ꝛc. Oxyd, vergl. a. a. O. und 892. Geſchichtliches des Oxygen 7, 94, 642, 859.

metriſchen Vergleichungs-Einheit gewählt 772, ſtatt des, vorzüglich in neuerer Zeit zu gleichem Zwecke bevorzugten Hydrogen (H; S. 840 ff. und 943). Paarlinge 1065. Phlogiſtiſirungen, ſog. 776, 845. Phlogiſtide (Hydrogenide) 875. Polymerie 761 ff. Proceſſe, chemiſche 915. — Radical, chemiſches 884, 944. Reagentien (Gegenwirker) 187; Wirkſamkeits-Erhöhung derſ. 1263. Reguli (aus ihren Verbindungen geſchiedene oder hergeſtellte Metalle, ſonſt auch genannt „Metallkönige"), angebliche 435. Sättigung, chemiſche 599, 927—930, 933 ff., 1079. — Säure-Forderung 405, 509, 917, 1290, 1334; -Gründer (-Radical) 875, 1334. Säuren, ein- und mehr-baſige 1153, 1314; durch Gährung erzeugte 1541, 1554; mit einfachem und mit zuſammengeſetztem Gründer 770; Waſſer-freie 659; Sättigung derſ. 733, 844, 875, 929, 933 ff., 1172, 1596. Salze 772; neutrale (baſiſche und ſaure) 944, 1089 und 810; unverträgliche 841. Salzbildner (einfache und zuſammengeſetzte, unentzündliche und entzündliche 772, 840 ff. Salzbildungs-Verdichtungen und -Verdünnungen 893—894. Scheidekunſt und Scheidungen, chemiſche 763; phyſiſch-chemiſche der Löſungen durch Adhäſion, Kryſtalliſation, Luft-Eintreiben und Siedgerinnen 830 und 353, 890, 1612; 347 und 1313; durch Ueberhäufung eines der Beſtandtheile (z. B. des Au vom Ag durch die ſog. Quart) 404. Selbſtzerſetzung (z. B. die heftige des Chlorkyan Ky Ch) 972. Stillgährung 1498 ff. Stöchiometrie 631, 642, 654; in Beziehung auf Atomgewicht, Eigengewicht und Molecular-Volum (od. Atom-Volum) 874, 889, 891, 896; erläutert durch Beiſpiele: 657, 771, 883, 941, 947, 1728; ermittelt durch Iſomorphismus und durch Tonhöhen-Beſtimmung 312, 778.*) Stoffe, zuſammengeſetzte, elektro-chemiſches Verhalten derſ. 771. Suboxydul und Suboxyd 204. Superoxyd, ſ. Hyperoxyd. Symbole, chemikaliſche 721. Syntheſe, chemiſche 675. — Täuſchungen, alchemiſtiſche 872. Theilungen, chemiſch-gegenſätzliche (chemiſch-polare) 763. Tingiren, angebliches der Alchemiſten 461. — Ueberſicht der Grundſtoffe (854—859). A. Metalle. I. Laugmetalle: K, N oder Na, oder T (Tron) und L 855. II. Erdlaugmetalle: Ba, Sr, Ca und Mg. III. Erdmetalle: Be oder G, Al, Th, Y, Zr 856. IV. Erderzmetalle: La, Ce, Di 857; Eb und Tb 902, 942. V. Erzmetalle: 1) Tantalide: Ta, Sh oder W, U 856; 2) Titanide: Mo, Ti 856; Nb (943, 948, 1268) und Il 1849; 3) Chromide: V, Cr, Mn 856 bis 857; 4) Ferride: Co, Fe, Ni, Cu 857; 5) Argentide: Ag, Mr, Pb, a. a. O.; 6) Auride: Pt, Au, Ir, ebendaſ.; 7) Palladide: Pd, R 857, Rt 271 ff.; 8) Osmide: Os a. a. O.; 9) Stannide: Sn, Cd, Zn 858; 10) Stibiide: Sb und Bi a. a. O. B. Metallmittler: C, B und Si 858. C. Metall- (Ammon-) Zeuger: A (oder N) und H 859. D. Metallgegner.**) a) Salzbildner. α) entzündliche oder „Brennzünder." a) metallartige (Metallglanz-zeigende). 1) H ſäuernde Te, Se a. a. O. 2) H baſirende od. mit H Salzgründer (1557) bildende: As a. a. O. b) nicht-metallartige (Metallglanz-freie). 1) H ſäuernde S; H baſirende P; a. a. O. β) unentzündliche a) „Halogenide": I, Br, Ch und F; b) Allſäurer O 859. Ummiſchungen, chemiſche 763; elektrochemiſche 1405; organiſcher Verbindungen durch Gährung (1335) u. durch Röſtung (359), ſo wie durch trockene Deſtillation a. a. O. Umſtimmungen, ſideriſtiſche (ſ. Siderismus, im VI. Abſchn. dieſer Inhalts-Anzeige). Ungleichartiges 91, 94.

*) Ueber procentiſche Verhältniſſe chemiſcher Verbindungen und deren Umwandlungen in ſtöchiometriſche und umgekehrt, ſ. Formeln, chemikaliſche 940 ff.

**) Gegenwärtig laſſe ich die entzündlichen Salzbildner zerfallen in H ſäurende: S, Se, Te und in: mit H Salzgründer zuſammenſetzende P und As. Auch iſt unter den Halogeniden jetzt F vor Ch (Cl) zu ſetzen, da Ch das F austreibt und gegen F wahrſcheinlich — E erhält. Ueber die Anordnung der Verbindungen der Grundſtoffe ſ. w. u.

Unwägbare 45, 1692; als ſog. „ſtralende Potenzen“, d. ſ. eigenthümliche Bewegungsformen Raum erfüllender Stoffe 1656. Unzerſetzbarkeit, chemiſche, worauf ſie wahrſcheinlich gründet 766. Urerzeugungen chemiſcher Verbindungen (Urmiſchungs-Erzeugniſſe) 359. — Verbindungen, chemiſche, einfache und mehrfache 763; Andauer und verhältliche Beſtändigkeit derſ. 765; elektriſches Flüſſigſeyn ihrer (einander chemiſch entgegengeſetzten oder gegenſtoffigen) Beſtandtheile während ihrer Ineinanderbewegung 779; elektriſcher Zuſtand der bereits geſchloſſenen 776. Verbrennungen 444—447, 451. Verbrennungs-Licht, ein Erſchütterungs-Phänomen 1720. Verdichtungen durch Oxydationen 892. Vergaſungen, innerer Vorgang derſ. 87, 377. Verglimmungen 776. Verknallungen 417. Vertheilungen, chemiſche 495, 1709 (zumal des Oxygen 809); durch die Flamme hindurch 1725; ſ. a. Baſe- und Säure-Forderung. Vertretungs-Gewichte 320, 321, 854—859; weitere hieher gehörige Beſtimmungen 786, 901, 1329. Verwandtſchaft (ſog.) chemiſche 326, 405, 765; anneigende und anregende 407, vorbereitende und vorwirkende (disponirende) a. a. O. und 326, 509. Volum-Theorie 775. Wärme, durch chemiſche und phyſiſch-chemiſche Miſchungen 308, 1645; und Chemismus 325; und Licht: als Anregungs-Bewegungen 1408. Wahlanziehung (Wahlverwandtſchaft), ſog., ſ. Verwandtſchaft, chemiſche; höchſtens nur in lebendigen Leibern vorausſetzbar 1437. Waſſer, angeblich in „Erde“ verwandeltes 167, 408; chemiſche Bindung deſſelben 203, 431; gleichzeitig chemiſche und phyſiſche 206; -Dampf, als Mitverflüchtiger, ſ. Mitverflüchtigung; Erzeugung deſſelben, fragliche, aus den Elektricitäten 1705; -Forderung 659; Gas-Verſchluckung deſſ. 593, faſt gänzliche Aufhebung dieſes Verſchluckungs-Vermögens durch Salze, zumal durch Bitterſalz (ſchwefelſauren Magnit) 1617; Luft-Verſchluckung deſſ., ſchon den Alten bekannt 570; Zerſetzung deſſ., chemiſche durch Gährung, ſo wie durch mehrere Salzbildner, Metallmittler, Metalle und deren Verbindungen mit Metallgegnern 788, 910, 1833; phyſiſche: durch Reibungs- und Berührungs-Elektricität 1746 u. 909—911, 931, ſ. a. Galvanismus (im VI. Abſchn.); durch Weißgluth 1761, 1833 u. 1919, ſo wie durch lebende Weſen, vorzüglich der Pflanzen (unter Mitwirkung des Lichtes) 526, 794, 1725; ſ. a. Abſchn. V. Wechſelzerſetzungen, chemiſche 845, ſ. a. Salze, unverträgliche. (Ueber Verpuffungs-Verhältniſſe ſ. w. u. Salpeter.) Weißgluth-Zerſetzungen; wahrſcheinlich Folge gleichnamiger Elektriſirungen 1263, 1761 und 1833. Zahlen, ſtöchiometriſche 898, 901, ſ. a. Stöchiometrie. Zerſetzungen, galvaniſch-chemiſche, Möglichwerden derſelben 910; Verhältniß derſelben zur chemiſchen Gegenziehungs-Größe (Verwandtſchaft) 1761; chemiſch-gegenſätzliche, durch ſog. einfache u. doppelte Wahlverwandtſchaft 1404; photoelektriſche 1833; phyſiſche mittelſt Adhäſion, durch phyſiſch-chemiſche Verdrängung (1177), z. B. Behufs der Darſtellung ſog. Extracte 1179. Zuſammenſetzungen, chemiſche: phyſiſch nachweisbar durch Beſtimmung der Tonhöhen u. der Lichtbrechung 1654, 1829. Zuſammenſetzungs-Verhältniß der gegenſeitigen Vertretungs-Gewichts-Anzahlen oder Mengen der chemiſch entgegengeſetzten Stoffe einer chemiſchen Verbindung und damit Beſtimmung des ſtöchiometriſchen Grund-Verhältniſſes derſ., ſ. (oben S. XIX) durch Iſomorphismus und Tonhöhen-Ermittelung.

2) Darſtellender Theil.

a) Allgemeine Verrichtungen: Abäthmen 397. Abdampfen mittelſt des Aerotanyt 35, der Guericke'ſchen Leere 569, der heißen Luft 345, des Waſſerdampfes 349 und des heißen Waſſers 340 (Beſchleunigen deſſelben mittelſt Waſſerdampf verſchluckender Stoffe 187); Abdeſtilliren (Abziehen), ſ. Deſtilliren. Abklären 187. Abſchwefeln (ſog. der Stein-

kohlen) 1037, 1583, 1598. Abwärmen 161. Amalgamiren 192, galvaniſches a. a. O. und 193, ſ. a. Abſchn. VI. Galvanismus. Anwärmen 161, des Glaſes, abhängig von deſſen Federhärte 319. Auflöſen 165; Beförderung deſſ. 405, verſchieden vom „Löſen", a. a. O. und 166. Ausſüßen (Auswaſchen) und Trocknen der Niederſchläge 188, 913. Ausziehen (Extrahiren) 1179. Beſchlagen, ſog. der Retorten 823. Calciniren 461, 879. Cementiren 351. Coaguliren 1108 ff. Cohobiren (Wieder-holt-Abziehen), ſ. Deſtillation. Deſtilliren 190; Arten deſſelben in Abſicht auf Richtung 995; naſſer Stoffe 344, trockner 359. Digeriren 1351. Durchſeihen (Filtriren) durch Kattun, Leinwand, Wollenzeug ꝛc., durch entkalktes u. entleimtes Seih- (od. Filtrir-) Papier 1458. Durchweichen, um Theile löſend auszuziehen (Maceriren) 1178, 1351. Einengen (Concentriren) durch Abdampfen (ſ. oben), durch theilweiſes Abdeſtilliren, durch Ausfrierung 905. Gas-Entwickeln 7, 134, 159 ff.; -Sammeln und Meſſen, ſ. w. u. Gaſometer. Kälten, mittelſt kaltmachender Miſchungen 333, 587; durch Verdampfen des Aethers (Aethylorydѕ), zumal bei ſehr vermindertem Luftdruck, und der Blauſäure (Hydrokyanſäure) 182 ff., 200, 221 und 460. Kühlen, ſog. des Glaſes, Porzellan ꝛc. 397, 1246, 1339, ſ. a. Abäthmen. Kryſtalliſiren 831, 906. Löſen, Beförderung deſſ. durch Druck, 173, 1725. Löthen 400, 860, 950, 957 (Schnell-Loth 869). Löthrohr 440, 452; Vertreter deſſ. 1593. Mitverflüchtigen 105, 863, 1665. Niederſchlagen 188 ff., 913. Prüfen und Gegenprüfen: durch das Löthrohr, ſ. Löthrohr; mittelſt der Reagentien oder Gegenwirker 187 (Wirkſamkeits-Erhöhung derſ. 1263); mittelſt ſog. Tincturen von Curcuma, Fernambuk, Georginen, Lackmus, Roſen und mittelſt der durch dieſelben gefärbten Papiere 1171, 1142, 1171, 1139, 848; vorläufige, in beſonderen Fällen auf magnetiſche Metalle mittelſt der Magnetnadel 343, auf Kupferhaltiges Silber mittelſt Probirnadeln und Probirſteinen 402. Prüfung auf Mengen-Verhältniſſe gelöster Stoffe, vermiſchter Flüſſigkeiten durch Leichtigkeits-Meſſer od. Aräometer; Beaumé's 1912. Ueber Alkoholometer ſ. 172 u. 1913; Chlorometer 1026; Lactometer ſ. w. u.; Saccharometer 1511. (Ueber Eudiometer od. „Oxygenometer" u. Eudioſkope ſ. 1747.) Ueber Aräometer-Pipette 1914. Rectificiren (mittelſt wiederholter Deſtillation Flüchtigeres und Reineres vom Minder-Flüchtigen und Minder-Reinem ſcheiden) 335. Reinigen und Chemiſchrein- (95) Darſtellen durch Holz-, Stein- und Thier-Kohle 340, 431; 1469 und 1063, 1312; durch Kryſtalliſiren und Umkryſtalliſiren 830 ff., 906. Röſten 359, 1333, 1582. Schmelzen (und Verhältniß der Schmelzbarkeit zum ſtöchiometriſchen Gegenwerthe) 888; durch Elektricität (Galvanismus ꝛc.) ſ. den VI. Abſchnitt; durch Licht der Brenngläſer und Brennſpiegel ſ. a. a. O.; durch Licht-Wärme, d. i. durch Feuer, mittelſt Fluß- (527, 811, 845) od. Schmelzungsmittel 205. Wirkungsweiſe derſ. a. a. O. und 890; Fluß, erdiger für Hohöfen 369; für verwandte Erzſchmelzungen: Flußſpath 205, 236; Fluß, ſalziger: ſchneller 206, 527; ſchwarzer u. weißer Kali-haltiger 205, Kali- u. Natron-enthaltender 890; weißer aus Alaun u. Kali-Sulphat 206; aus ſog. gebrannten Borax, Boraxweinſtein u. aus verglaſter Borſäure 865; aus ſchmelzbarem Harn- oder ſog. Phosphorſalz 503, 819, 1238; für Glas- u. Porzellan-Malerei 1245. (Gaſe als Flußmittel 361.) Fluß oder Fließung (Schmelzung) feuriger und wäſſriger 205, 206. Schmelzung unter großem Druck 361. Schwefeln (der Fäſſer ꝛc.) 1290, ſ. a. w. u. Bleichen. Schweißen verſchiedener Metalle 352, ſ. a. Eiſen, Platin ꝛc. Sublimiren 190. Tränken (der Stöpſel) mit Wachs 1466. Trocknen mittelſt (nicht künſtlich unterſtützten) ſog. freiwilligen Verdampfens, mittelſt heißer Luft, heißen Waſſers (im ſog. „Waſſerbade") und durch Waſſerdampf 341 ff., 355, ſ. a. Abdampfen. Vercoaken, ſ. Abſchwefeln.

Verkohlen 914, 1333, 1582, 1598. Verſchließen, hermetiſch (zuſchmelzen) 51.

b) Zuſatz: Aufbewahren u. Unverderbt-Erhalten durch Luft-Ausſchluß der ſog. Conſerven (verwahrter Speiſen aller Art) 1462. Einpöckeln, Einſalzen, Einzuckern und Räuchern des Fleiſches ꝛc. mit Fettöl, Bedecken dem Citronenſaft ꝛc. 1464, 1469. Mauer-Kälte, Verhütung derſ. 336. Milch-Gerinnen, Verhütung deſſ. u. Aufheben der Gerinnung 1535. Ranzigwerden der Butter, Fettöle ꝛc. und Entfernung der ranzigen Theile 1046, 1062. Roſtung u. Beſeitigung des Roſtes 583 u. Roſtpapier 1236 u. 1639. Zerſtörung der Uebelgerüche der Cloaken, Leichen ꝛc. 795.

c) Zu den Verrichtungen Erforderliches und Ergänzendes:

a) Bäder, chemikaliſche: Dampf-, Eiſenſtaub-, Marien-, (Fett-) Oel-, Sand-, Waſſer- und Zinkchlorid-Bad, 412, 416 u. 1306. (Kapellen, chemikaliſche 412, 415.

b) Brenn-, Feuerungs- und Heitzungſtoffe, nebſt Zubehör: Anthracit 808, 1557, 1561, 1583; Anthracit-Kohle 1562; Braunkohlen, muthmaßlich verbeſſerungsfähig 1565 (Coacks derſ. 581); Chauſſenot's Gasverbrenner 417; Holz und Preß-Torf als Locomotiv-Heitzſtoff 915; Holzkohlen 445 (mittelſt der Hohofen-Gichtflamme gewonnen 414), Holzkohlen- (ſo wie auch Steinkohlen-) Klein, oder „Kohlenſtein“ 1519 (Schmelzung der Holzkohlen 361); Steinkohlen und deren Coacks 1598 (Cabrol's theilweiſe Erſparungen 413); Holz- und Steinkohlen-Brennwerthe 345, 433 und 914 („Carboleïn“ a. a. O.); Torf, roher, gepreßter und verkohlter 375, 391, 576, 579, 915, 1469, 1597 u. 915. (Beſſon's und Liegeon's Verſuche über Preß-Torf-Heitzung 383). c) Friſch- (Verfriſchungs- oder Zerrenn-) Herde 370. Feuer 436. Luppen- oder Renn-Feuer und Luppen- oder Renn-Herde 349, 370. Treibherde 85, 396, 1569. Feuer-Löſchen 427; -Sätze 445, 459, 515; -Stein, als Grubenbeleuchter 1584; -Verſtärkung durch Waſſerdampf 437, 562, 810, 915. Feuer-Meſſer oder Pyrometer 49: Luft-, Platin- und Thon- (Wedgewood's) Pyrometer 385 ff., 390, 391. Pyroſkope 232. Pyrothermometer (und ſog. chemikaliſche od. Bade-Thermometer) 391, 393, 1630 (u. 1587, ſ. a. gebundene Wärme o. S. 17). Regiſterpyrometer 390, 584. d) Heitzungen und Ofen-Feuerungen: 345, 582; der Wohnungen ꝛc. mit heißer Luft („Luftheitzung“) 189. 339 ff., 529; derſelben (ſo wie mehrere Häuſer gemeinſchaftlich) mit heißem Waſſer 339 ff.; mit Waſſerdämpfen 186—190, 328. Heitzung durch Luftpreſſen (ſo wie durch Reiben im Waſſer) 189, 340. e) Oefen: Blauöfen 357; Cupolöfen 381, 414; Hohöfen (Beſchickung, Einrichtung und Erzeugniſſe 347 ff., 373, 413, 415 u. 370, Schottiſche 372. Die Hitze derſ. vielleicht thermometriſch beſtimmbar 373; guter Gang derſ. 358; Hohofen-„Graphit“ 409, „Schlacke“ 820); Kochöfen 309, Kühlöfen ebendaſ. Oefen, Abzugluft derſ. als Heitzmittel 529; Luftzug-Verſtärkung derſ. 415; Rauch- u. Gas-verzehrende 416; Probiröfen 398 (-Tuten ebendaſ.); Puddelöfen 371, 382 (Rühreiſen 461). Refining furnaces 381; Reverberiröfen 374, 38, 411; Schlachtöfen 349, 354; Schmelzöfen (Ypſer Graphit-Tiegel als Schmelzöfen) 409—411; Stücköfen 357; Studentenöfen (Boerhave's) 1916; Temperir-, Tiegel- und Wind-Oefen 461, 412 ff., 374 ff.*) Ofenhitze vielleicht „photometriſch“ beſtimmbar 395. f) Gebläſe 355, 362 ff.; Arten derſelben: -Cylinder- oder Trompeten-Gebläſe 365, 368; Kaſtengebl. 365; „Knallluftgebl.“ 418, 431, 433; Waſſertrommelgebl. (Klippſtein'ſche Waſſermaſchine) 368, 419; Duſe oder „Eſſe“ derſ. 384. Gebläſe-Liederung 367; -Luft, Berechnung der innerhalb einer Secunde eingetriebenen 369; Stoß und weitere Wirkungen derſelben 369, 419.

*) Schwinden des Geſtellſteins, ſo wie auch anderer Geſteine und des Thons ꝛc. in Folge ſtarker Erhitzung 390.

g) Gruben- und Hütten-Betrieb, ſammt Zubehör. a) Felſenſprengen (Feuerſetzen) mit Sandbeſetzung 477, unter Waſſer (n. Serullas) 478, mittelſt Galvanismus 1846. Mercur-Dampf der Mercur-Gruben 197. Sicherheits-Grubenlampen 425—429. Schwaden u. ſchlagende Wetter 426; Buſchen derſ. 426. Wetterlichter und Wetterlotten 135, 137. i) Glüh- oder Schmelz-Löffel 945, 960. Kelch- oder Probir-Tuten 398. Kupellen 395. Muffeln a. a. O. und 397. Teſte und Treibſcherben 397.

d) Zu-Gut-Machen der Erze:

a) Aufbereiten 537. Rennarbeit 374. Saigern 374, 460. Schlacken, Arten derſ. 375. Verfriſchen (oder Friſchen) 370; verbeſſertes Verfahren bei dem des Roheiſens 371. Zuſchläge 360; gaare 379. — Barren 399, 401; Lingotten 401; Zaine 399, 401. b) Solchen Weges zu bewirkende Gewinnung des Blei 350, 374, 932; durch Friſchen der Glätte a. a. O. (Verdichtung deſſelben durch Preſſen 594.) Eiſen 348, 369, 382, 385, zumal aus denen S. 808 u. 1574 bezeichneten Erzen (Eiſen-Sumpferze) 349, Durchſetzen und Friſchen derſ. 374, 379, 381, 808. Scheidung derſ. mittelſt Volta's Batterie 1786. Roheiſen (Gußeiſen), Arten und Verhalten derſ. 349—351, 371—374, 376, 379, 381, 808 (Gußeiſen-Waaren 349, 409, 808; Firniß derſ. 1589). Sogenanntes Feineiſen 379. Schiffsanker-Eiſen 372. Stabeiſen 350, 378. (Schmiedeſinter 376.) Rohſtahl 350; Umwandelung gußeiſerner Geräthe ꝛc. in rohſtahlene 373. Stahl: Anlaſſen deſſ. 350, 353; Anlaufen-Laſſen deſſ. 351 (der „Uhrfedern“ 353); Arten deſſelben 351 ff.; Darſtellung (durch Blutlaugenſalz und durch Borax 409) und weitere Bearbeitung („Gerbung“ 351 ff., „Härtung“ 350, 353) derſ. 351 ff., 462, 808, 864, 1858; Cementſtahl (351 ff.) u. Gußſtahl 382. Magnet- (378, 1825, 1852) u. Meteor-Stahl 352, 462. Stahl-Bröckeln 352; -Waaren, Schützung derſelben gegen Roſt; durch Fett u. durch Vergoldung 583, 1805. — Gold, Sammlung und Scheidung durch Amalgamation 193, durch ſog. Gießen (trockene Scheidung od. Goldgießen) 403, 872; durch die Quart o. S. 19; durch ſog. Goldſcheidewaſſer (od. Königswaſſer) 803, 898; des mit ſehr viel Silber verbundenen durch Schwefelſäure 503, 872. Gold-Grünung 404; -Härtung 860. Gold-Silber, Anlaſſen deſſ. 404. Goldglätte 396. — Kobalt und Nickel 320, 461 ff., 963. Kupfer 406, 865. — Silber 850; Scheidung aus Silberchlorid 850; vom Au mittelſt Pt 404; mittelſt Schwefelſäure, ſ. Gold; von unedlen Metallen mittelſt Pb (durch Abtreiben 396, 403, 869; Reinigung deſſelben 404, 406; Silber-Blick 869; Silberglätte 396). Silber-Feinbrennen 403, -Probiren 402 und 403; naſſen und trockenen Weges 398 ff.; -Spratzen 396. Stib 586. Wismuth 460. Zinn 864, 869, 1278. Zink 866 u. a. a. O. Hieher gehörige Scheidungen unter galvaniſcher Mitwirkung, ſ. S. 1777.

e) Zündungs- und Beleuchtungs-Geräthe und Stoffe:

α) Feuerzeuge und deren Vertreter: Brenngläſer 429. Phyſiſche u. chemiſche (pneumatiſche und Platin-, Knallſalz- und Pyrophor-, ſo wie Phosphor-) Feuerzeuge 31, 494, 495, 496. Zündhölzchen 487, 499, 500, 510, 813, 892 ff. und 1227. Zünd-Hütchen 494, 513, 1356; -Kraut, ſog. 511; -Kügelchen 494; -Maſchinen, elektriſche 489; -Pillen 513 und -Pulver 491, 511—512.*) Zunder 1309, 1322.

β) Schießpulver (und Knallluft 525) ꝛc., Feuerwerkerei und Luſtfeuer, ſammt Zubehör: a) Salpeter, Vorkommen und Reinigung des natürlichen (Anzeigen deſſelben im Boden 1437), Gewinnung und Reinigung des künſtlichen 526, 1087, 1241. Chile-Salpeter 1241 (Natron-Azotat muthmaß-

*) Flintenſchloß: mit Gold gefüttert 517. Flintenſchuß, Nachweiſung ſeiner Spur und Zeit, in der er erfolgte 515. Percuſſionsgewehre 494, 511; Selbſtentladung derſ. 514. Ueber Knallſilber und Knallmerkur ſ. 500, 1282.

lich unterhalb des Donau-Bettes, im weſtlichen Ungarn 1481). Schwefel 199, 429, 806 (Schwefelblumen 828, öfters wiederholte Brühung derſ. mit Waſſer 838); Reindarſtellung deſſelben a. a. O.; aus Hydrothion und Schwefelſäure durch Wechſelzerſetzung 1224. Kohle 458. b) Schießpulver: Fabrication 457—494, 1846; Proben deſſelben 457—459, 486, 525 ff.; wie es aufzuwahren (482 ff.) und zeitgemäß unverknallbar zu machen 1830, und wie Schießpulver-Tonnen gegen Luftfeuchte zu ſchützen 486 (Knallpulver 455). Schieß-Baumwolle 1277, 1354, 1640, 1830; -Werg 1300. bb) Feuerwerkerei 449—454. Lunten, vorzügliche u. Patronen 453 u. 454. Raketen 456, 463; Congreve'ſche ebendaſelbſt. Schwärmer 460. Farbfeuer: blaues 450; grünes 449, 1232 (Grünung der Flamme der ſiedenden Löſung der Borſäure in Weingeiſt 417, 452); oranges 450, rothes 448 ff. Weißfeuer, Bengaliſches oder ſogenanntes Griechiſches 449, 452; wirkliches Alt-Griechiſches 454. Weißung der Weingeiſt- und der Oel-Flamme 417; Gelbung und Röthung derſelben 417. Gaſe, künſtlich farbig brennende 517; farblos brennende oder ſog. Leuchtgaſe (341, 876, 879) der bb) Gasbeleuchtungen: mittelſt Fettöl, Harz u. Knochen 1061, 1065, Olivenkerne 1058, Petrol u. Steinkohlen 416, 418, 431, 1019, 1058, 1583, 1592, durch Torf 576 (Flammenträger 416). Lunar- u. Solar-Licht u. Thermolampe 1832 und 1583. ee) Lampen, doppeltzugige: Argand'ſche (Fuchs'ſche) und Marcet'ſche 434 und 1686; einzugige: Gas- (Terpentinöl-, Weingeiſt-, Dampf-) Lampen 417, durch Waſſerdampf rauchloſe Oel-Lampen 437 ff.; Sicherheits- (Gruben-) Lampen ſ. w. oben. ff) Glühlampe 849 (Räucherkerzchen 1381.)

γ) Gasentwickelungs-Geräthe: Gaſometer 1593, ſ. a. Eiſen-, Glas-, Platin- und Porzellan-Röhren 386, 390, 496 und 787; Röhrenträger 412. Wanne, pneumatiſche 824.

δ) Deſtillations-Förderer und Verlangſamer 1820 (Kühlgeräthſchaften 1185). Branntweinblaſen 1515 ff. Keſſel mit Innenfeuerung 547. Filtrirapparat, Dumont's 1597. Kitte und Leime 498, 1072 und 1386 ff. Topf, Papin's 416, 546, 1076. Wachs- (ſog. oder Kryſtalliſirungs-) Gefäße 830; vergl. auch 192, 784 und 892. Waſſer, Reinigung deſſelben mit Kohle ꝛc. 106, 340, 344, ſ. a. o. S. 14, Anm.

3) Anwendungen des Chemiſch-Geſetzlichen auf Gewerbs- u. Kunſt-Betrieb. a) Acker- (Garten-, Wieſen- u. Wald-) Bau. Ackerbau 1380 ff., -Erde und Chlorkalk 795. Boden, Verbeſſerung deſſelben im Allgemeinen durch Düngung und zeitgemäße Wäſſerung 144; Verfahren der Alten 302, neueres bewährtes 1441 (Einfluß deſſ. auf Pflanzen-Anbau und Wachsthum 1413, 1415). Dammerde oben S. 14 und 917, 1577. Dünger, künſtlicher 1417, Arten: Aſche der Braunkohlen 1559, der Steinkohlen und des Torfs a. a. O. u. 577, 1557; Guano 555, 574, 597, 1220 ff. u. ſ. a. oben S. 14; künſtlicher 1416; Gyps 1416; Mergel, ſ. o. S. 15; künſtlicher 1252 ff.; Knochenmehl (Blut, Federn-Abfall, Fleiſchwaſſer, Hornſpähne, Wollen-Lumpen ꝛc.) 1417. Kohlenſtaub der Braun-, Holz-, Stein- und Thier-Kohlen, ſ. dieſe Benennungen und 1597; Schlamm, grüner 1441, 1452; Saamenlappen und Tang-Arten (Fucus) 114 u. 1441, Thierkohlen (zumal der durch wiederholten Gebrauch und darauf folgendes wiederholtes, gegen Luft-Zudringen geſchütztes Ausglühen zum Reinigen ꝛc. unbrauchbar gewordenen, ſo wie auch der durch vorangegangenes Benutzen als Feuerungsſtoff aus Knochen-Abgängen, Fiſchgräten und dergleichen entſtandenen) 186, Torf 383 (über deſſen Verwendung zum Häuſerbau 587), insbeſondere auch des „Baggertorf" 1571 und Rohr- oder Schilf-Torf 1571 und Ueberſchwemmungs-Schlamm 413 (über „Nilſchlamm" 1507; über „grünen Schlamm" zeugenden, Salze und verwandte mineraliſche Erzeugniſſe mitführenden Regen 1415.) Ueber Einfluß von Blitz und Donner auf Lebensbethätigung der Pflan-

zen 1720. — Mineraldünger, natürlicher 1439, hervorgegangen durch Geſtein-Zerfrieren und Verwittern (1245, 1438*), gemengt mit (mitunter durch Regengüſſe zugeſchwemmter Pflanzenerde (1486) und künſtlicher, nach den früheren Anleitungen von Meyer und Rückert (1416. 1432) und den ſpäteren von Liebig u. A. (1252) bereitet; über das Verhältniß des anorganiſchen Düngers zu ſog. organiſchen, ſ. 1436; über gegenſeitige Vertretung der Salzbeſtandtheile des Bodens in Beziehung auf Pflanzen-Entwickelung und Ernährung 1413; über Acker-Benutzung auf Salpeter (in ſchlechten Jahren), ſ. oben ſtatt auf Weizen 1086. Ueber Waſſer als Ernährungs-Vermittler und Miternährer der Pflanzen 1409 und Wirkung des Regens auf Pflanzen 151, 1413 und 1415; Waſſer-Bindung Seitens des Bodens 1416; Vortheile der Schnee-Bedeckung 1439. Wieſenwaſſer (reich an Ammon und Ammonoxyd-Salzen 1417) und Wieſenwäſſerung 422. — Pflanzen-Anbau und Pflege 74—79, 1439 und -Zucht 78, 1439. Beförderung der Saamen-Keimung 338. Pfropfen und Oculiren und Folgen deſſelben bei von einander ſehr verſchiedenen Gewächſen 1412. Nachtheile durch feindliche Pflanzen (1412), Schmarotzer-Pflanzen 1411 und ſog. Pflanzenkoth, der angeblichen ſchädlichen Wurzel-Ausſonderungen 1412. Wechſelwirthſchaft a. a. O. Folge jener Pflanzen-Arten, welche ſich in Beziehung auf Anbau zu vertreten vermögen 1413. Verhältniß der anzubauenden Pflanzen zur gegebenen Bodenwärme 74, 75, 76—78. Sog. Fruchtwechſel 1439; möglicherweiſe unterlaßbar 1413. Anbau von Gemüſe 77, Getreide 1091, 1414, 1417, 1477, 1486 (Talawara-Weizen der alten Aegyptier 339). Brand, ſog. der Gerſte 1414, des Mais (oder Türk. Weizen oder Welſchkorn), Roggen und Weizen (ſowie des Dinkel, Einkorn ꝛc.) 1477. Verhütung deſſelben und gehörige Aufbewahrung des Getreides 1456 und 1466. Anbau von Kartoffeln (Solanum tuberos.) 1206 (auch mittelſt Kartoffelkraut möglich 1524); Benutzung der Kartoffeln auf Bäckerhefe 1524, Gummi 1489, Sago 459, 1484, 1487 u. Stärke (auch des Weizen: Kraftmehl od. Amylum**) 902 (wechſelnder Gehalt an Amylon ꝛc. während der Reifung 1381) und Stärkzucker 1219, 1359, 1363 und 1490. Verwendung der geſottenen, wie der rohen (und des mit Getreide-Kleie beſtreuten Krauts) zu Viehfutter 1083 (rohe gegen Milzbrand und Scorbut 1083, 1086); über ſieben verſchiedene Kartoffelkrankheiten 1447 ff. u. 1459, deren mögliche Verhütung und Benutzung der erkrankten Kartoffeln 1090. Ueber Verwendung der ungereiften Maiskolben zur wohlſchmeckenden Speiſe und der reiferen auf Zucker 1091 (Mais-Talg 1057), der reifen Körner zur Viehfütterung und des Mehls zur Nahrung für Menſchen a. a. O. u. 1477. Ueber Kaffern-Korn 1526, Weizen-Syrup 1486. Zucker aus Gerſten- und Weizen-Malz 918. Ueber Zucker-Gehalt der Futter-Gräſer 1097, der (in Hunger-Jahren auf Mehl 1526 benutzbaren) Quecken 193. 357 und deren Entfernung aus dem Ackerboden mittelſt Pflügung a. a. O. Ueber Verbeſſerung dumpfigen Mehles 1523, Mutterkorn 1448 (deſſen Benutzung in der Färberei 1456 und Valerianſäure-Gehalt 1457).

*) Phoſphoreſcenz des Bodens, Einfluß deſſ. auf Pflanzen-Entwickelung 1445. (Feld-) Bohrbrunnen oder ſog. Arteſiſche Brunnen 69. 175. Verhältniß des Bodens zur Fruchtbarkeit, zumal in Hinſicht auf Wechſelwirthſchaft 1380. Tiefe der Sonnen-Anwärmung des Bodens 261.

**) Ueber Fett verſchiedener Mehl-Arten 1092; Bläuung und Röthung (mancher Hutzucker) und Mehlſpeiſen durch „Pilze“ 1449 und 1539. Ueber Stärke-Fabrication 940; aus verſchiedenen Pflanzen 1484; Nebenerzeugniſſe 1488; aus Roßkaſtanien 1098; Entbitterung derſelben (Behufs der Viehfütterung) u. des Isländiſchen Mooſes zur Getreidemehl-Vertretung a. a. O. Reiß-Mehl und -Stärke; letztere ſehr vorzüglich 1462 u. 1609. Salep 1069; deutſche 1350; geröſtete a. a. O. Sago 1484. Weizen-Enthülſung 1482 und -Kleie 1525. — Arrow-Mehl 146. Braſilianiſche Kaſtanien 1053. Tapiaca 1462.

Anbau von Farb-Pfanzen: Färb-Knöterich (Polygon tinct. und Polygon chinens.) und Waid (Isatis tinct.); vielleicht möglicherweiſe auch des Indig-Nachtſchatten (Solanum indigoferum) 1020, 1028 und 1030; über hinſichtlich des Indigo-Gehalts fragliche Pflanzen 1029; des Krapp (Rubia tinct.) 1142, der Quercitron-Eiche (Quercus regia und Quercus tinct.) 1131, des Saflor (Carthamus tinct.) und Safran 460, 1124 und 1149; von Hanf, Lein und Hopfen 78, 1536;*) von Kirſchlorbeer (Prunus lanceolatus) und Mandelbäumen 78; von Maulbeerbäumen (Morus alba) 1413; Benutzung der Früchte des weißen Maulbeerbaum auf Zucker (Syrup) und Branntwein 924 und 1361; über Mehlleimgehalt der friſchen (Weiß-) Maulbeerblätter und deren Friſcherhalten zur Seidenraupen-Fütterung 1415 (Reiß als Maulbeerblätter-Vertreter 1092); von Möhren (Gelbrüben, Daucus Carotta sativa; „Zerſtörung ihres Zuckers" durch Thierkohle 1491); Miſpeln und übrigen Obſtbäumen 76, 77; von Roſen 78, Runkelrüben 1092, Spargel (Asparagus offic.) u. Tabak (Nicotiana paniculata u. N. rustica) 1536. Anbau auf ungedüngtem Boden in der Moldau u. Wallachei u. in Süd-Sibirien (in Amerika u. Auſtralien) 1440.**) Ueber Walddüngung 575. — Dampf-Spaten oder -Grabſcheit, -Pflüge 573 und -Wägen 328, 343. Tilgung der Engerlinge oder Glimen (152) u. der Schnecken (1429); ſo wie der Feldmäuſe (durch Schweine, welche herbſtlicher Weile auf Stoppelfelder getrieben werden und dieſe zugleich düngen) und Vertreibung der Maulwürfe durch Maulwurfskraut 1413. (Vergiftung der Ratten 461.) Wiedergeſundung theilweiſe erfrorner Gewächſe und Pflanzen-Erzeugniſſe 339. — Heu-Trocknung 1576; -Selbſtentzündung des feuchten 1498, ſo wie anderer feuchter Pflanzentheile 1576.***) — Viehzucht: Glühfutter ſog. 1083, 1368, 1576. Melkvieh 1086. Milzbrand 1086. Schaafe, Faulwerden ſog. (eine Krankheit) derſelben 1083. Schlempe (Branntweinſpühlig) a. a. O. und 1519. Viehfutter, Ernährungs-Vermögen verſchiedener Arten 1086; verglichen mit den Nährſtoffen für Menſchen 1426. — Nahrungsmittel, chemikaliſche Eintheilung derſ. a. a. O. — Loh- und Miſtbeete; Wärme derſ., ſo wie der Treibhäuſer 77, künſtliche Vermehrung der gaſigen Carbonſäure (Kohlenſäure-Gas) der Treibhausluft 1439. Zucht der Alpenpflanzen 227, 328 und der Garten-, Kalt- und Warm-, Waſſer- und Haus-Blumen 781, 1441. Carbonſäure und Ammon, ſo wie Ammonoxyd-Verbindungen, als Hauptquellen der Pflanzen-Ernährung 157, 1087 und 1219; 526, 794, 1238, 1414 und 1725. — Waldholzbau 1452. Hauptarten des Holzes, fünf verſchiedene 1353. Hölzer, Geſetzliches ihrer Feſtigkeit 1418;†) Holz-Auslaugung 336; -Bleichung 1482; -Durch-

*) Aufbewahrung des Hopfen und Prüfung deſſ. auf Schwefelung 1345, 1346. Ueber Hopfenöl (Aetheröl des Lupulin 1345), ſ. 1495. Ueber Lupulit 1345.

**) Dünen und Flugſand- (159) und Watten (1568) Feſtigung 580, 1441. — Wie Nürnberg's Umgegend nach den Verwüſtungen des dreißigjährigen Krieges wieder fruchttragend u. großentheils zu Garten-Boden verbeſſert worden 1441. Wäre Deutſchland's Ackerboden in Garten-Erde gewandelt worden, würde es noch ein Mal ſo viel Menſchen ernähren können, als jetzt.

***) Grasſtengelfeſtigkeit 1618. Schützung getrockneter Einzelnpflanzen-Sammlungen (Herbaria viva) gegen Verderbniß und Zerſtörung 337. Pflanzenblätter-Entmarkungen 1636. Meerrettig (Krehm) gegen Blattläuſe 1461; Lohe, ſog. 1368, 1447. (Mehlthau, chemiſches Verhalten deſſelben 1461.) Schimmel-Verhütung 1310. Wespen (Hummeln ꝛc.) Tilgung 1099.

†) Holz, als Felſenſprenger (527), ſ. 1456. Sägmehl, Verwendung deſſ. zu ſog. Feuerſetzen 917 (ſ. a. o. S. XXXI.) u. zu ſog. Holz-Stampf od. Bois-Maché 1385. — Stubenöfen, wie ihr Innenbau zu richten 311. Ueber gaſiges Carbonoxyd oder ſog. Kohlendampf derſ. (und der Hohöfen ꝛc.) 873.

weichung („Pappelnholz" als Korkvertreter 1555); -Schwamm, Tilgung deſſ. 1469; -Verkohlung 414 (Kohlen-Leuchten 1750; Kohlen, ſelbſtentzündliche 483, 510*), ſ. auch w. u. trockene Deſtillation des Holzes u. Theer-Schwelerei. Raupenfraß, Einfluß deſſ. auf den chemiſchen Gehalt des Holzes 1444.**) — Verglimmen pflanzlicher Stoffe durch Kali-Chromat und -Bichromat 1309.

b) Milch-Abänderungen nach Artung der Nahrung 1359, 1538 ff.; bittere 1538, -Fälſchungen a. a. O., -Gerinnung (Laab 984), Beſeitigung derſ. 1535, -Rahm (oder Kern, oder Sahne, oder Schmand) 1401, 1537 (Fälſchung deſſelben 1537, 1539), -Verhalten 1101, -Wein oder Kumis 1536—1541, ſ. a. Gährung; -Zucker 915. Milch der Kühe 1101, 1086***) (Aſche derſ. a. a. O.), Rennthiere 1463, Schaafe (u. Geiße oder Ziegen) 1072 u. der Stuten 1536, Vertreter dieſer Milch, in Beziehung auf Kumis-Bereitung, ebendaſelbſt; Milch der „Eſelinnen", „Hündinnen" und der „Thiere überhaupt" 1072 und 1101; ſaure 937, widrig riechende 1084 (Tilgung dieſes Beigeruchs, ebendaſ.); Erzeugniſſe aus Kuh-, Schaaf- u. Ziegenmilch: Butter 1073, 1358; Buttermilch (oder „geſtöckelte" M.) 1072, 1538; Käſe, Bereitung deſſelben 1071; fetter (1072), fauler (1370), Limburger- oder Backſtein-K. 1400, Süßmilch-K. 1401, weicher K. 1072; Käſe-Oxyd u. ſog. Käsſäure 1085, 1543; Molken 1071 ff.; Schmalz oder Schmelzbutter 1047, 1073, 1347; Schlicker od. ſog. „dicke Milch" 1538; Sulzmilch 1073; Syrte 1086 und Zieger 1072 u. 1086.

c) Backen 1523: Brodbäckerei 1378 (Leb- od. Pfefferkuchen 1525), Süß- und Sauer- (od. Schwarz-) Brod 1523 ff. Weizenbrod a. a. O.; Maza der Römer 1526; Oblaten-Bäckerei 1385. — Braten (Dämpfen und) Kochen od. Sieden der rohen Nahrungsſtoffe 309; Feuerungs-Regeln beim Kochen in geſchloſſenem Kochgeſchirr (Häfen od. Töpfen und Keſſeln ꝛc.) 533, ſ. a. Topf Papin's; über die Einrichtung der Kochhäfen (Töpfe) und Keſſel zum Kochen in Dampf, ſ. w. u. Einweichen des Fleiſches in Holzeſſig als Räucherungsvertreter 1464 ff., 1468 ff. Honig-Scheidung vom Wachs 1550 (Arten des Honigs 1094, 1363. Unverdorbenerhalten roher Nahrungsmittel durch Austrocknen an der Sonne (der Fiſche, des Obſtes, des in dünne Scheiben zerſchnittenen Warmbluter-, z. B. Büffel-Fleiſches ꝛc.), durch Einhüllen in Eis (z. B. in Sibirien) und der fertigen, warm oder heiß bereiteten Speiſen 156, 341 ff., 1426, 1463, 1467. Ueber Häringe 1464, Kabeljau 1059, Klippfiſche 186, Laberdan 186, 1156, Sardellen und deren Köderung 186 und Stockfiſche 185, 1469; Salz-Gurken (Salz-Cucumern), -Melonen und -Schwämme†) 1464 u. 1469; Eſſig-Gurken

---

*) Holzkohle verglichen mit Thierkohle 955 (wie auch 106, 851, 1063 und 1595 ff.), die als Reinigungs-, Entfärbungs- ꝛc. Mittel jener durchaus vorangeht 1063, 1312, 1597. Ueber naſſen Weges mögliche reducirende (desoxydirende, dechloriſirende ꝛc.) Fällung aufgelöſter Erzmetalle durch Holzkohle 451.

**) Abhaltung der (keine Betheerung ſcheuenden) Würmer von dem vom Waſſer umfloſſenen Schiffstheil 498, 590. Einfacher und ſog. galvaniſirter Kupferbeſchlag der Schiffe und des letzteren Erfolg, ſ. a. a. O.

***) Ueber d. Lactometer vergl. S. 1539.

†) Erkennung und Unſchädlichmachung giftiger Schwämme 1215, 1459, 1460; Gegengift 1321. Der widrige Geruch des Holzſchwamms, verſchiedener Waldſchwämme und mehrerer Pilze, weiſet auf flüchtige, muthmaaßlich ſchädliche, wie bei anderen niederen Pflanzen-Gattungen (bei Orobanche u. a.) von unzerſetzt ausgeathmeter gaſiger Carbonſäure begleitete Ausſonderungs-Erzeugniſſe hin; das Ausathmen der Carbonſäure ſpricht dafür, daß das aus C (Carbon oder der Kohlenſtoff) vorzüglich zur Erzeugung des Pflanzen-Grün u. der übrigen Pflanzenfarbſtoffe beiträgt, während vorwirkendes H (Hydrogen od.

(-Kirſchen, -Pflaumen ꝛc.) und in Eſſig *geweichtes* Fleiſch (Wirkung des Eſſig) 1397. *) Fleiſch-, Fiſch-, Früchte- (Obſt- ꝛc.), Knochen- ꝛc. und

---

Waſſerſtoff) die Erzeugung des *Schwarz*, und dadurch (bei Mitbildung von *Gelb*) das *Braun* bedingt. — Ueber die einzelnen *Schwammgifte* ſ. die in der letzten Anm. zu S. 27 bezeichneten Stellen.

*) Ueber *Fleiſchbrühe-Bereitung* ſ. S. 1396. Das S. 1291 u. 1293 aufgeführte *Kreatin* beſteht, *Liebig* zufolge (Annal. d. Chem. et Pharmac. LXII. 257 ff.) aus 36, 38 C, 31, 91 A (Azot oder Stickſtoff), 6, 96 H und 24, 75 O (Oxygen), oder ſtöchiometriſch aus $C_8\ A_3\ H_9\ O_4$; es kryſtalliſirt mit 2 HO (2 Vertretungsgewichte Kryſtallwaſſer oder Kryſtalleis, ſ. S. 205) in durchſichtigen und farbloſen Nadeln (rechtwinkligen, perlmutterglänzenden Prismen) und wurde von *Liebig* aus fein zerhacktem rohen Fleiſch durch oft wiederholtes, mittelſt Kneten und Auspreſſen zu vollziehendes Ausziehen mit kaltem Waſſer, Durchſeihen des Auszugs durch grobe Leinwand, Sieden der alſo geklärten (Fleiſchbrühe-Geſchmack beſitzenden) Flüſſigkeit bis zur gänzlichen Gerinnung und Ausſcheidung alles Albumin (ſog. Eiweißſtoffes) und Farbſtoffes (ſ. S. 1126 u. 1387), Ausfällen des Durchgeſeiheten mit heißer (nahe geſättigter) Löſung des Baryt, Sonderung der Flüſſigkeit von dem dadurch erzeugten weißen Niederſchlage und Abdampfen mittelſt der Luftwärme eines mäßig warmen (ſog. temperirten) Ortes kryſtalliniſch geſchieden; über ſein chemiſches Verhalten ſ. w. u. *Liebig's* weiteren Verſuchen zufolge iſt a) gekochtes Fleiſch um ſo weniger ernährend, *je größer die Waſſermenge war, in der es gekocht worden u. je länger das Kochen dauerte* (d. h. je mehr ihm die im Waſſer löslichen, d. h. riech- u. ſchmeckbaren Theile entzogen worden); *Berthollet* ſah dergleichen ausgekochtes Fleiſch durch beginnende Zerſetzungsgährung wieder lösliche Theile darbieten; wie ſich *Pepſin* — S. 1073 und 1394 — zu dergleichen Fleiſch verhalten würde? ſteht zu verſuchen; enthält b) *gebratenes*: die löslichen Theile in Form ſehr eingeengter Löſungen; Befeuchtung des gänzlich ausgekochten Fleiſches mit einem bis zur beginnenden Dunkelbräununz abgedampften Kaltwaſſer-Auszug und darauf folgende Anwärmung, ertheilt ihm den Geſchmack und alle Eigenthümlichkeiten des gebratenen. Es läßt ſich c) der *beſondere Geſchmack* jeder einzelnen Fleiſchſorte (z. B. der des Rehfleiſches, Hühnerfleiſches ꝛc.) in ähnlicher Weiſe auf das völlig ausgekochte (z. B. Rindfleiſch) vollkommen übertragen; ein kleiner Zuſatz von etwas *Milchſäure* (z. B. von ſehr wenig friſchem Sauerkraut, ſ. S. 1464) oder Chlorkalium (ſog. ſalzſaurem Kali od. Digeſtivſalz, ſtöchiometriſch KCh oder KCl), das in keiner Fleiſchbrühe fehlt, erhöhet das Pikante (oder Geſchmack-Reizende) des Fleiſchbrüh-Geſchmacks, ſo wie andererſeits eine alkaliſche Flüſſigkeit (z. B. etwas Holzaſchen-Lauge), oder der Zuſatz von Blut dieſen Geſchmack bis zum faden (nicht reizenden) herabbringt; d) bringt man das gar zu kochende Fleiſch in lebhaft ſiedendes Waſſer und läßt es einige Minuten hindurch darin, ſetzt dann aber ſo viel kaltes Waſſer hinzu, als erforderlich, um das heiße bis zu 74° (= 57°,₂ R., d. i. alſo etwas über 59° R.) oder 70° C (= 56° R.) herabzubringen, und erhält es darin einige Stunden hindurch, ſo beſitzt nun das Fleiſch Eigenſchaften, welche es zum Genuſſe vollſtändigſt eignen; zu gleichem Ziel gelangt man, wenn man Fleiſch in jener Abänderung des *Papin'ſchen* Topfes vollkommen weich kocht, welche die metallenen Kochhäfen der Schiffsküchen darzubieten pflegen und die man auch — aus Gußeiſen gefertigt — zu der vorzüglichſten Dampfkochung der Kartoffeln anzuwenden pflegt; in beiderlei Kochgeſchirren befindet ſich das Fleiſch an Hacken aufgehängt über einem Waſſer bedeckenden Roſt, oder, gleich den Kartoffeln, auf denſelben gelegt; der wohlſchließende Deckel, der bei Keſſeln der Art mit einem *Van-Marum'ſchen* Sicherheits-Ventil verſehen iſt, läßt nur ſehr wenig Dampf entweichen, erſpart daher merklich viel Brennſtoff und vermittelt ſo in kürzeſter Zeit die Garkochung; die erſte, mittelſt des ſiedenden Waſſers bewirkte Erhitzung bringt das Fleiſchalbumin, das ſchon bei 56°,₅ C (= 45°,₂ R.) vollſtändig erſtarrt, zum gänzlichen Gerinnen; ſo, daß es nun eine das Außen-Waſſer abhaltende Hülle bildet, die, indem ſie das Innere der Fleiſchmaſſe gegen das Eindringen des Waſſers ſchützt, damit zugleich das Uebergehen der löslichen Theile jenes

Pectinſäure-Gallerten od. Sulzen (Gelées) 187, 923, 1386; über Cacao, Chocolate (u. Theobromin) 1047, 1097 u. 1731 (Cacaobutter

Innern in das Außen-Waſſer und die Verdampfung des Innen-Waſſers dieſer Theile, hiemit aber das Feſterwerden derſ. verhindert; e) je Blut-reicher das Fleiſch, um ſo ſpäter kocht es ſich gahr (was, wie bekannt, um ſo ſpäter eintritt, je älter das Thier war, dem das Fleiſch entſtammte); f) um kräftige Fleiſchbrühe zu erhalten, muß man (wie bekannt) das rohe Fleiſch nicht in ſiedendes, ſondern in kaltes Waſſer und dieſes allmälig zum Sieden bringen; das dabei austretende Albumin wird, indem es geronnen zur Oberfläche der Flüſſigkeit gelangt, meiſtentheils abgeſchäumt; die Oberfläche des Fleiſchſtücks, das nun nicht mehr gegen den Verluſt ſeines Innen-Waſſers geſchützt erſcheint, wird, in Folge des mehr oder weniger großen Verluſtes der durch das Waſſer ausgezogenen löslichen Theile, mehr oder weniger gehärtet; g) der in die Fleiſchbrühe übergegangene Fleiſchleim (ſ. S. 1384) bewirkt das Geliefern erkaltender (nicht zu Leim-armer) Fleiſchbrühe, iſt aber vollkommen geſchmacklos (den eigenthümlichen Geruch der Fleiſchbrühe leitete Hermbſtädt von einem ätheriſchen Oel ab, das jedoch bis jetzt nicht chemiſch iſolirt worden); das Mineralwaſſer des Wiesbadener Kochbrunnen beſitzt einen: ſchwacher Kalbfleiſchbrühe einigermaßen ähnlichen Geſchmack und Geruch; was beweiſet, daß das Riechbare der Fleiſchbrühe — das, da es am abgewaſchenen Rohfleiſch nicht wahrgenommen wird, offenbar erſt in Folge der Kochung, wenn nicht zur Bildung, doch zur Ausſcheidung gelangt — auch in Mineral-Erzeugniſſen zur Entwickelung gelangen kann: muthmaaßlich auf Koſten jener Infuſorien, deren Panzer den Badeſinter derſelben Thermalquelle zuſammenſetzen; über den Fleiſchbrüh-Geſchmack des Leucin ſ. S. 1390; h) die näheren Beſtandtheile der Fleiſchbrühe ſind nicht erſt durch das Kochen gebildet, ſondern, als ſchon fertig im Fleiſche zugegen, dieſem nur entzogen worden; i) durch längeres Kochen des Fleiſches mit der Brühe, oder dieſer für ſich, bräunt ſich letztere, während ſie zugleich mehr eingeengt wird, und nimmt dabei einen feinen Bratengeſchmack an (deren Bräunung Zuſatz von etwas Caramel (S. 916) wirklich, deren Geſchmack es jedoch nur ſcheinbar verſtärkt; im Waſſerbade abgedampft, verbleibt eine dunkelbraune weiche Maſſe, das ſog. Fleiſchextract, von welchem 1 Loth hinreicht, um, unter Zuſatz von etwas Kochſalz, ein Pfund Waſſer in ſtarke und wohlſchmeckende Fleiſchbrühe zu verwandeln; 32 Pf. knochen- und fettfreies, mageres Ochſenfleiſch, die 8 Pf. trockenem Fleiſch + 24 Pf. Waſſer gleichkommen, geben 1 Pf. Fleiſchextract, das, ſeines hohen Preiſes ohngeachtet, erforderlichen Falles vorräthig gehalten werden ſollte, da es, wie Liebig bemerkt, Parmentier zufolge, durch großen Blutverluſt höchſt erſchöpfte Verwundete, von dieſen, mit etwas Wein vermiſcht, genoſſen, ſie ſchnell ſo weit kräftigte, daß ſie in das nächſte Hoſpital gebracht werden konnten. Die gewöhnlichen Suppen- oder Bouillon-Tafeln enthalten meiſtens nur einen vom Knochenleim nur durch den hohen Preis verſchiedenen Leim; Weingeiſt von 85 % Alkoholgehalt löſt von ihnen nur 4 bis 5 %, vom Extracte (das Liebig beſonders auch für die auf längere Zeit mit Lebensmittel zu verſehenden Schiffe und Feſtungen empfiehlt) nahe an 80 %; der in Alkohol lösliche Theil des Magenſaftes ſtimmt, Tiedemann's und L. Gmelin's Verſuchen zufolge, vollkommen überein, mit dem Fleiſchextract, was die durch den Genuß des letzteren möglich werdende Verdauungs-Beförderung erläutert; k) mit Chlorcalcium (CaCh) und Chlormagnium (MgCh) eingeſalzenes Fleiſch verlor, verglichen mit dem mit reinem Kochſalz behandelten, nur ſehr wenig Phosphorſäure, während phosphorſaurer Kalk und dergleichen Magnit (hervorgegangen durch Wechſelzerſetzung mit phosphorſauren Alkalien) es in Form eines weißen Schaums umgaben; möglicherweiſe macht: Einſalzen mit ſolchem, nicht reinem Kochſalz (mithin z. B. mit Meerſalz; wie dieſes bei dem Einſalzen der Heringe mit Spaniſchem Seeſalz der Fall ſeyn dürfte) Fleiſch für den Genießenden minder nachtheilig, da dergleichen Salzfleiſch mit Gemüßen gekocht, weil die meiſten Gemüße-Pflanzen Kali-reich ſind, mit deren Kali-Salzen beim Verdauen zur Bildung von phosphorſaurem Kali führe, und ſo während der Verdauung fehlendes phosphorſaures Alkali erſetze. Von Harnſtoff vermochte

1047); Caffeebohnen (Beſtandtheile derſelben 1327) und deren Hülſen, die beide, gebrannt (mäßig geröſtet), hierin den Cacaobohnen ähnlich, in Caffee-Maſchinen (1178) mit heißem Waſſer ausgezogen den unter der Benennung Kaffee bekannten Trank gewähren, deſſen Stärke durch Vermiſchen mit der Abkochung des ſog. Satzes merklich erhöhet wird 1096, 1097; über Caffeïn 875 (ſ. a. w. u.), Caffee-Extract und die flüchtige Fettſäure des Kaffee a. a. O. und 1179 und über Thee (-Aufguß) 1096; über das dem Caffeïn iſomere Theeïn (873) und Guaranin (875 ff.), ſiehe w. u.; über Paraguay-Thee 1096. — Kokos-Milch 1091 und Kuhbaum- u. Butter-Milch 1055, 1090. Limonade 1317, -Pulver ebendaſ. Mandelmilch (eine mit Zucker verſüßte, auch wohl mit Vanille — 1057 gewürzte ſog. Saamenmilch oder Emulſion 998)*) u. Orgeade 1090 u. 1900. Moſt- und Obſtſäfte, friſch erhaltene 1463, 1466, 1503 (Quittenduft, Riechbares deſſ. 1082; Quittenſchleim 1351). Roſinen-Nachreifung 1381. — Macis und Moſchatennuß 1051 und 1050. Morcheln und eßbare, osmazomhaltige Schwämme 1057, 1215 und 1457 (Erkennung und Unſchädlichmachung giftiger 1321, 1459, 1460 und Gegengift a. a. O.). — Moſtrich oder Senf 751, 1013, 1342, 1344. Engliſcher trockener 1343. Senf-Mehl 1344. Pfeffer, falſcher weißer 1348; ſog. Spaniſcher 1149; Zimmt u. andere Gewürze 881, 1336, 1337, 1339 ff. — Sauerkraut 1085; Salz-Zerſetzung in demſelben und Fäulnißverhinderung 1465. Suppe, Rumford'ſche 546.

d) Asbeſt-Leinwand (unverbrennliche der Alten und der Neueren, ſammt Metallnetz-Ueberwürfen zu Leib- ꝛc. Hüllen beim Feuerlöſchen**) ꝛc.) 498.***) Karpey (Charpie) 1484. Kautſchuck-Ringe 1466, 1615; -Zeuge 1164 (Makintosh 1163). Leinwand, Prüfung derſ. auf Baumwolle-Gehalt 1329, 1557. Segeltuch, Haltbarkeits-Erhöhung deſſ. a. a. O. Seide, rohe, Entſchälung derſ. 1077; Schnüre derſ. oder vielmehr: aus ganzen Seidenwürmern 1102. Seidenzeug-Druck, auf der Kette 1028. Thier-Wolle 1075. Wollenzeuge, Prüfung auf Seidegehalt 1379. Zeichnen der leinenen ꝛc. Zeuge mit Silberauflöſung und Tilgung ſolcher 1483. Zeuge aus Papiermaulbeerbäume 1555; waſſerdichte 1167.

e) Beuchen 1483. Bläuen der Wäſche 463, 926, 1025. Bleichen durch Licht, Luft und Waſſer (der Leinen- ꝛc. Garne, Leinwand, Wäſche, des Wachſes ꝛc.) 1482; durch Chlor, unterchlorichtſaure (und chlorſaure) Salze,

Liebig in der Fleiſchflüſſigkeit keine Spur zu entdecken; vergl. 1423. — Umhüllt man geräuchertes Fleiſch (z. B. Schinken, Rindfleiſch ꝛc.) mit Mehlteig, wie er zum Brodbacken dient, und vertrauet ihn alſo eingehüllt dem Bäckerofen an, ſo wird es ohne Verluſt löslicher Theile nicht nur vollkommen gar, ſondern auch weit weicher und ſchmackhafter, als im Waſſer geſottenes, in dieſer Hinſicht erinnernd an die Beſchaffenheit gut „geräucherter Gänſebrüſte", deren Räucherung ebenfalls im umhüllten Zuſtande, eng umſchloſſen von dichtem Papier, vollbracht wird; über jene Schinken-Behandlung vergleiche meinen „Deutſchen Gewerbsfreund" III. 49 ff. Kreatin fand Schloßberger auch in menſchlichen Muskeln.

*) Durch Rahm-Entlaſſen und Säuerlichwerden (an der Luft) der Thiermilch ſcheinbar ähnlich, weichen ſie von dieſer vorzüglich ab, durch das, bei ruhigem Stehen erfolgende Abſetzen ſog. Faecula (918) oder Satzmehl und deren chemiſchen Beſtand. Hingegen ähnelt ihnen in mancher Hinſicht die Milch des Kuhbaum (1055, 1090), die ihrem Verhalten nach zwiſchen Saamen-Milch und Thier-Milch die Schwebe hält, und die auch, gleich der erſteren, weſentlich verſchieden iſt von den weißen ſogenannten Milchſäften (1090, 1161) der Pflanzen.

**) Feuerlöſchung mit brennendem Schwefel, d. i. mit Schweflichtſäure 586.

***) Ueber ſog. Unverbrennliche (Perſonen), ſ. ebendaſelbſt.

ſog. „Schnell-Bleichung“, der Baumwollgarne, farbigen Kattune, des Holzes, Papier-Zeugs, Schellacks, Strohs, Talgs, Wachſes ꝛc. ꝛc. 795, 818, 1482 (Chlorkalk „für ſich“ für Zeuge nicht anwendbar 1482; Javelli'ſche Lauge 800, 1240, auch als Caffee-, Obſt- ꝛc. Fleck-Tilger brauchbar 1321);*) durch Schweflichtſäure und deren leichtlösliche, nicht erzmetalliſche Salze, des Badeſchwamms, der Wolle 588, 1054 ff., ſo wie (der grauen Lein- u. Hanf-Garne) durch Thonbrei und Thierkohle der Thran-Greben 1061. — Tilgungen: der Fett-, Obſt-, Rothwein-, Talg-, Wachs- ꝛc. Flecken 817, 1111, 1165, mittelſt Gegenpreſſung heißen Thonpulvers und Fließpapiers, durch unterchlorichtſaures Natron, Schweflichtſäure, Terpentinöl (mit u. ohne Aethyloxyd-Beimiſchung) und (Galle- und Thon-haltigen) Fleckkugeln. — Waſchen mit Seife, Vermeidung möglicher Nachtheile deſſelben 1483; des Leinzeugs a. a. O., der Wolle und Seide 1582. Waſchſeife, gemeine 1229, Entfärbung derſ. und Befreiung vom widrigen Geruch 1063, Beſtimmung der Zuſammenſetzung der Seifen 871, 878, 1159; Haarſeifen 1120; ſog. ſaure Seifen 1065; Seifenſieder-Unterlauge 879; roher und calcinirter Seifenfluß a. a. O. und 1229, 1393. Waſſer, Enthärtungs-Reinigung deſſ. zum Waſchen, Seifen- und Papier-Bereiten ꝛc. mittelſt gebr. Kalk ꝛc. 106, 451. — Opodeldock (Ammonoxydſeifen-Art) 1049, 1074. Schwammſeife (Kaliſeifen-Art) 1215. Papier maché 1385. Papiermaulbeerbaum 1996. Papier durch Pfeifenthon gefälſchtes 1615, elektriſches (Poppe's) 1831; Glas- oder Sand-Papier ſog. 491, 500, 1284, wirkliches 1308, 1665, 1715; kalotypes 1662, 1666; phytographiſches 1667. Papier, Leimung deſſelben 1385; Stampf deſſelben, galvanoplaſtiſch von Metall durchſetzter 1807; Zeug deſſ. 1482; Chineſiſches 1368, Türkiſches 1111. Reißpapier, ſog. 1511. Pappe 1385. Perlen, falſche 1386. Preßſpähne 1165. Steinpappe 498.

f) Leime und verwandte phyſiſche Verbindungsmittel; Firniſſe und Lacke ꝛc.: Leim aus Barſchfiſchen 1386, Flatterruß 1390, Fiſchleim aus Kabeljau-Blaſe, Hauſenblaſe 186, 188, 1385 (Engliſches Pflaſter 187), Kälberkopfhaut 1386, Knochen 1385, Mundleim a. a. O. und Zellgewebe 1104. Käſeleim 1847, ſchwediſcher 1401 (Kalk-Kitt 112); Pergamentleim 1385. Schreiner- od. Tiſchler-Leim 1102, Vogelleim aus Miſtel und aus Stechpalme 1167; ſog. aus und mit Leinöl 1848; nicht geliefernder 1383. Leim-Entkalkung 1385. Mehlleim als Firniß 1283. (Gummi, Kirſch- und beſonders Mimoſen- oder ſog. Arabiſches Gummi als Glänzungs- und Steifungsmittel für Seidenzeuge und als Verdickungs- und Zähflüſſigungs-Mittel für Saft- und Zeugdruck-Farben 119, 1155 und 1352. Lack (ſog. Gummi-Lac) 1053; Körner-, Stock- und Tafel-Lack 1055; blaues, rothes, ſchwarzes (und von unächtem Blattgold durchſetztes ſog. Gold-) „Siegellack“ 1056; „Storax“ (als Erzeuger angenehmen Duftes, des ſchmelzenden) 1008. Lack-Wachs 1054. Wachs, Arten, Bildung und Zuſammenſetzung deſſelben 1093, 1099, 1147; „Bienen-Wachs“ (oben S. 27): Butter (Brenzöl) ſog., Duft, Firniß und Seife deſſ. 1070, 1159; letztere als Glanzüberzug der Gypsfiguren und als Prüfungsmittel für andere Seifen 1169; Zuſammenſetzung einer „Bohnungs-Zubereitung“ 1100; „Pflanzen-Wachs“: Chineſiſches, Japaniſches und Nordamerikaniſches (der Myrica cerifera) 1091. (Streupulver, d. i. ſog. Bärlapp-Saamen, Semen Lycopodii 337. — Lacke, flüſſige (ſog.) und Fir-

*) Gegen Chlorathmung: Alkoholdampf, entwickelt im Munde aus mit Alkohol genäßtem Zucker 850. Tilgung des Chlorgeruchs fertiger Druck- ꝛc. Papiere durch gaſiges Ammoniak, durch Weingeiſtdampf (nicht empfehlenswerth durch Schweflichtſäure) 1321; Tilgung des Geruchs überſeeiſcher Waaren 1443 (durch Ammoniak); Mohren-Bleichung 107.

niſſe, fette und weingeiſtige: Börnſtein-, Colophon-, Copal-, Dammara-, Maſtix- und Sandarac-Firniß 1120, 1121, 1154, 1156, farbige 1158; Schreiner- (oder Tiſchler-) Politur 1155. — Japoniren der Blechwaaren 1589, Scheinvergoldungen (mittelſt ſog. Goldfirniß 1158) der Blattſilber-, Bilder- und Spiegelrahm-Belege und Zinn-, wie Weißblech-Bedachungen 1123. — Harzblaſen 1169.

g) Kautſchuck und deſſen Verwendungen, nebſt Gutta Percha 1161, 1585, 1595, 1846—1848. Birken-Kautſchuck, fragliches 1167; ſog. gegrabenes K. oder Dapicho (Dapeché oder Zapis) 1168; Stechpalmen-K. ſ. Vogelleim; vom Meer angeſchwemmtes K. oder Chicle 1168. — Kautſchuck als Graphitſtift- (ſog. Bleiſtift-) Zeichnungszüge-Tilger. Kautſchuck-Catheder, chirurgiſche (und andere Röhren) und -Fäden und -Fackeln, -Firniß, glänzender, nicht klebender, -Flaſchen, künſtlich aufgetriebene, -Flechtwerk, -Fußbekleidung und -Geſpinnſte, -Gummiſpeck, -Luftkiſſen, -Platten, -Ringe u. -Zeuge 1163—1168, 1466, 1609; leichtlösliches 1164. Wärme-Erweichung des Kautſchuck (und Benützung der alſo erweichten K.-Streifen als Klebwerk bei Gasentbindungs-Vorrichtungen u. dergl.) 356, 613, 1119, 1161. K.-Firniß für Blaſebälge 359, 366, 486. *)

h) Gutta-Percha, Vertreter derſ. 1847. **) Leinölfirniß-Verbindungen des Kautſchuck zu waſſerdichten Lederſchmieren und dergleichen Kautſchuck-freie 1589, desgl.: Maſchinen- und Wagen-Schmiere 1166, 409, u. 1590. Oleaceo 1160. Unſchlitt als Eiſenriß-Schließer 636, 1429. Schwarze Glanzwichſe für Leder (Riemen ꝛc.) 1160.

i) Brenz-Erzeugniſſe; der trocknen Deſtillation, Röſtung und Röſtungs-Schmelzung: Asphalt, künſtlicher 1587, 1589, -Firniß u. -Stein a. a. O. (Asphalteen 1591); vertretbar durch „Berg-Pech" a. a. O.; vielleicht auch durch das S. 1574 beſchriebene, muthmaaßlich aus Ruß-ähnlichen Erzeugniſſen hervorgegangene Brenzgebilde Weſtmoreland's. Brandharze 1592 und Brenzöle (Brenzätheröl Dippel's 1398). Colophon od. Geigenharz 862, 1148, 1073; aus weißem Pech (Galipot) bereitet: neben brenzlichem (dem „Kienöl" im Verhalten ähnlichen) Terpentinöl 1160 (167, 929, 1337, 1339). Eupion, zur Laugmetall-Aufbewahrung 359. 1596. „Kienbrände" und Kienöl 1601 u. 438, 1339, 1590. Kreoſot 359; Beſtandtheile deſſelben 1372.

---

*) Ueber Warmwerden der Kautſchuck-Streifen durch Streckung, und Wiederabkühlen durch Wiederzuſammenſchnellen, ſ. 45 Anm. Kältet man Kautſchuck im geſtreckten Zuſtande künſtlich ſehr raſch, ſo büßt es dadurch auf längere Zeit ſeine Federhärte ein und ähnelt nun dem gefrorenen, iſt jedoch nicht ſo ſteif, wie dieſes und erhält auch nicht, gleich dieſem, ſchon bei 21° C = 16°,8 R., ſondern erſt bei 45° C = 36° R. ſeine vorige Elaſticität, dieſe jedoch binnen wenigen Minuten, wenn es von einem guten Wärmeleiter berührt wird; es dehnt ſich dann ſofort wieder aus. Kneipt man ſolchen Kautſchuckſtreifen, ſo zieht er ſich nur an der dadurch gepreßten Stelle, einen Knoten bildend, zuſammen, der dann nicht allmählig ſich dehnend in die Oberflächen-Tiefe oder Ebene der angrenzenden Theile zurücktritt, ſondern plötzlich abbricht. Gutta Percha verhält ſich ähnlich. Reines Kautſchuck iſt, Faraday zufolge, zuſammengeſetzt aus 87, 26 C und 12, 74 H (über die Zuſammenſetzung des nicht eingetrockneten Milchſaftes ſ. S. 1162); Gutta Percha, der Unterſuchung Maclagan's gemäß, aus 86, 35 C und 13, 64 H. Die Brenzerzeugniſſe der Gutta Percha (ſ. w. u.) ſind hinſichtlich ihrer Zuſammenſetzung noch nicht bekannt; über die des Kautſchuck ſ. 1595.

**) Gutta Percha bleibt im Waſſer von 40° C = 32° R. faſt unverändert hart, wird dagegen weich und knetbar in dem über 60° C = 48° R. heißem, und iſt nun ſo elaſtiſch wie Kautſchuck, erhärtet aber durch Abkühlung ſehr bald und verliert damit ſeine federharte Dehnbarkeit. Die Erzeugniſſe ſeiner trockenen Deſtillationen ähneln, in Beziehung auf Löſungsverhältniſſe ꝛc., denen des Kautſchuck.

Maſtiken 1587 ff. Pech aus Holztheer und Steinkohlentheer 1589 ff. Petrol, künſtliches 1561, 1588. Schuſterpech 1589. Steinkohlenöl 1587, 1599, -Röſtung (Coaks) 1583, 1595, ſ. a. oben S. 22. Ruß 441, 1338, von Steinkohlen 1601. Strupp 1572. Theer von Birken (Ol. Rusci) 1571, 1591; von Fettölen 1587; von Nadelhölzern 1589: Theer-Galle und -Waſſer 1589, 1591, -Schwelerei 995, 1590; von Thiertheilen (Ol. Cornu Cervi) 1067, 1079, 1397 und 1602.

i) Asphalt-Anſtrich für Sandſtein-Fugen (als Mörtel-Vertreter = Judenpech, künſtliches 1588),*) Backſteine oder „Mauerſteine“, zweckmäßige Fertigung derſelben 586, 1253. Kalk-Brennen 355, 808 u. 1232, Löſchen deſſelben 203 (Kalk, gelöſchter oder K.-Hydrat, trockneś und flüſſiges, d. i. Kalk-Waſſer 204, 1233). Kalk, hydrauliſcher od. Waſſer-(Bau-) Kalk 1233. Luft-Mörtel 1232. Waſſer-Bauten, mögliche Vervollkommnung derſ. 1401; -Mörtel, ſ. Kalk, hydraul. Marmor, künſtl. 361. Ziegel-Formung und Härtung durch Brennen 586, 1253; Brennen derſ. mit Torf 579. Verkohlung, oberflächliche, der in die Erde zu treibenden Pfähle, Stämme ꝛc. 433.

k) Thon-Verarbeitungen. α) Allgemeines: Bildſamkeit des Thons 160, -Fäule (Behufs der Vorbereitung zum Porzellanthon und der Wiederherſtellung des Zuckerſiederei-Thon 1252), -Geruch, des Eiſenoxydhydrat-haltigen 105, -Glaſuren 206, farbige durchſichtige 518, weiße 1278 (mittelſt Waſſerglas 498); Metallüberzüge; goldene Bronze-ähnliche 1310, 1086; platinene a. a. O.; Stoll'ſche 1247. Kupferſtich-Einbrennungen, ſog. 1636; Emaille, ſchwarzes 585, weißes 1278, als Glaſur-Vertreter a. a. O. β) Beſonderes: Blei-Thongeſchirre, metalliſch-glänzende (mögliche) 1933. Fajanz (Fayanz oder Halbporzellan) 1278. Porzellan 390, -Glaſur 206, 1245; -Kitt 1072; -Malerei 206, 1245—1246; -Vergoldung 1716, unglaſirtes oder ſog. „Bisquit“ 387. Porzellan-Thon, Porzellanerde, aus Feldſpath bereitete (Petuntſe der Chineſen) und künſtlich zuſammengeſetzter (möglicher) 390 u. 947. Porzellan Reaumur'ſches oder „Glasporzellan“ 518, 835, 1246, 1253 ff. Steingut oder „Wedgewood“, Arten: Baſaltgut, Terra Cotta und White-China 387; Fertigung 1253, 1254. Thongeſchirr, waſſerdichtes a. a. O. Waſſer-Kühlungsgeſchirre, Arten: Alcarazzas 333; Hydroceramen a. a. O. Kolle's oder Tattie's (der Perſer) oder Kühlkrüge ebendaſelbſt; Fertigung 254.

l) Glas und Glas-Verarbeitungen. α) Allgemeines: Glas-Aetzen 845, -Häfen (Schmelztigel) 461, -Kühlung (und Abäthmung) 397, -Reinigung 325, 1243, -Schmelzung 434, -Vergoldung 1716, -Zerſetzung durch Waſſer 167, -Zuſammenſetzung verſchiedener Sorten 1243. β) Beſonderes: Avanturin-Glas 1250, Crown-G. 850, 1669, Flint-G., Streifenloſes 1668, Glasmaſſen, Farb-beſtändige 461, blaues: Cobaltfreies 1236; farbloſe: nur gewiſſe Farblichtarten durchlaſſende 1693. Glasflüſſe oder ſog. künſtliche Edelſteine (und Amauſen) 206 (Silberglanz zeigende Bisquit-Paſten und Schmuckgeräthe) 1245; wodurch ächte Edelſteine als ſolche leicht zu erkennen 1708. Kreiten- und Milch-Glas 1250, 1975. Metall-Geräthe, glaſirte 358, 583. Röhren, gläſerne (oder porzellanene), innen platinirte 1799. Spiegelglas und Glasſpiegel vorzügliche 1243 und 1898. Straß 1245; „Strontit-

---

*) Asphalt-Anſtrich ganzer Mauerflächen, der Feld- und Garten-Gelände, Spaliere und Staketen, Miſtbeet-Einfaſſungen ꝛc. ſichert erſtere gegen Verwitterung, letztere gegen Moderung und Verweſung und bewirkt zugleich Wärme-Beſtralung, mithin Anwärmung des Bodens.

borſaurer" als Straß-Vertreter 1350. Waſſerglas 428, 1246; als Firniß 1385. Xyloidinglas ſog. 1283; fragliches 1449.

m) Kupferſtechung, Malerei; Schreibung und Zeichnung: Aetzgrund 1589. Bergblau 1056. Berliner-Blau 875. Bleiweiß 1933. Bronz- (Staub-) Farben 867. Carmin blauer, mineraliſcher 819, pflanzlicher 1025, rother 951, 1124. Chrom-Gelb 820, -Grün 814. Cobaltoxyd 1288 und Eſchel d. i. CoO-reichſte Smalte 462. Erlanger-Blau 952. Farbflüſſe für Glas- (u. Porzellan-) Malerei 1245. Fettöle und Firniſſe für Oelmalerei ꝛc. (Mohnöl 1058, Chineſiſcher Firniß 1154) 1052 und 1589. Florentiner Lack 951. Frankfurter-Schwarz 1161. Fußboden-Oelfarben-Anſtrich 1429. Glasmalerei 845, 1245; elektriſche 1665; Engliſche 1155. Guttägummi („Gummigutt") 1151, 1157. Königsblau 463. Krapplack 1145. Krebsſchalen-Roth (möglicherweiſe als Farbe benutzbar) 1126. Lackfarben 1026. Maler-Gold 405, -Farben der Alten 1690; neue, Licht-beſtändige grüne 908. Malerei, chineſiſche 1511. Milchmalerei (ſog. oder vielmehr: Milch- und Leimtüncherei) 1072. Mineral-Blau 953, -Farben, mögliche neue 817, 820 (mittelſt Titanſäure erzeugbare 884). Moſaik-Malerei 1511. Muſivgold 516, 893, 1237; grünes 1278. Muſchel-Gold, ſ. Malergold; -Platin (Pt-Blech, zerriebenes) 458; -Silber 194. Ocher (aus ſog. Eiſenſäuerlingen oder Stahlbrunnen) 105, aus ſchweflichtſ. FeO 833, 843. Operment (Auripigment) 946. Pariſerblau 952, 961. Pergament, ſchwarzes 491, 1382. Perlmutter-Farbbilder, künſtliche 1607, 1667. Perſpective 1670. Purpur, mineraliſcher 1247, 1310. Realgar 1027. Saftfarben 1155. Saft- (oder „Blaſen-") Grün 1107, 1150. Schattirung 1670. Schminke, rothe und weiße 1105, 1109, 1165. Schreibetinte, blaue 963 ff., carminrothe 951 (gemeine rothe ſ. w. u. Fernambukholz), ſchwarze, nicht ſchimmelnde 337, 963 ff., 1179, 1542, 1550, faſt unvertilgbare 821; unzerſtörbare 821. Schwarztintenſchrift, gebleichte, Herſtellung derſ. 1321. Schwefel-Cadmium 1279. Schweinfurter-Grün 908. Sepie 1203, 1210. Smalte 461 ff. Turnbull's-Blau 953. Tuſche (ſchwarze) Chineſiſche 1601, 1393. Ultramarin künſtlicher und natürlicher 1236. Umbra ſ. oben S. 16. Uran-Schwarz 818 ff. Wiener-Grün 908. Zeichenſtifte, künſtl. graphitene 409. Zinnober 934, 1055, 1287.

n) Färberei; Papier- u. Zeugdruck-Färberei. Ausfärben 1025. Avignon- (oder Gelb-) Beeren 1150. Blaufarb-Druck 1027. Blauholz 96. Beizen (und Farben-Aufheller) 825, 1089; (gewöhnlichſte): Alaun-Arten 643, 1247; neutrale 906 ff.; Römiſcher 900; Ammonoxyd-haltiger 718, 906; neutraler a. a. O. Alaunerde (Thonerde oder) Alumoxyd, eſſigſaures künſtl. 906, natürl. 945; ſchwefelſaures 1615, weinſaures 945. (Alembrothſalz 1718.) Bleioxyd azotſ., eſſigſ. und ſchwefelſaures 1088, 344 und 813, 1089. Chrom-Alaun 905. Eiſen-Salze (Chlorate, Oxydul und Oxyd-haltige eſſigſaure, ſchwefelſaure ꝛc.) 193, 643, 899, 1290. Kali (und Natron) alumſaures 808, 812 (und Ammonoxyd) arſenſaures 1257 ff.; chromſaures und ſaures chromſaures 811, 819, 904; weinſaures und ſaures weinſaures (Weinſtein) 812, 1134 ff.; zinnſaures 908, 1027, 1235. Kupferoxyd eſſigſaures 908 u. ſchwefelſaures 899. Manganoxydul ſchwefelſaures 811. Zinn-Chlorate 1144, 1235. — Berberin 1148. Bingelkraut, zumal der Wurzeln 1020. Bockshorngelb 1151. Braſilienholz 1123. Caſah-Blätter (des Safranbaum) 1149. Cochenille 951. Corallenholz 1125. Färberei 1125. Färber-Knötrich (Polygonum tinct.) 1098, -Röthe ſ. Krapp; oſtindiſche 1142. Farb-Brühen oder -Flotten, Befreiung derſ. von Gerbſäuren 1385. -Säuren 1123. Fernambuckholz 1142. Fiſetholz 1148. Flechtenfarben 423 u. Gährung 979, 1131 ff., 1495. Frauen-

Flachs-Gelb (Linaria offic.) 1147. Fuſtholz, ſ. Fiſetholz. Gelbholz 1147. Gilbwurz (Curcuma) 1149. Harmalaroth 1224. Hornfärbung (und -Kittung) 1378. Indig (Indigo) 855, 1020 ff, 1030; -Küpen 1022, 1027—1029, 1038. Krapp 1087, 1142 ff. Kreuzdornbeeren 1149. Lac-Dye u. Lac-Lac 1055. Lakmus 1041. Olivil 1370. Orlean 1122, 1148. Orſeille 1132, 1137, 1140 ff. Perſio 1041, 1137, 1141. Quercitrongelb 1131. (Rhabarbergelb 1171.) Reſervagen ſog. 813. Rothfärberei 1143. Purpur 1130 ff. (Purpur der Alten 1126.) Roſenroth 1171, Scharlachroth 951, 1311; Türkiſch- oder Armeniſch-Roth 1064. (Probeöl und Weißbrühe ſog. 1063.) Sächſiſch-Blau 1024. Saflor 460, 1124. Safran 1083, 1149. Sandelholz, rothes 1124. Schellack ſ. Lac. Scharte 1149. Schimmel als Färbſtoff 1458, 1510. Schüttgelb (aus Alaun-haltigem Birkenlaub-Abſud und Kreide) 1445. Schmack 1144, ſ. a. w. u. (Gerberei). Spanniolitmin 1138, ſ. auch Lackmus. Schwarzfärberei 1289; mittelſt Blauholz und Kalichromat 1290, mittelſt ſchweflichtſaurem Eiſenoxydul ꝛc. a. a. O. Veilchenblau 1171. Wau 1029, 1147. Waid 1028. Zwiebelſchalen 1148, 1149.

o) Gerbſäuren und Gerbereien. α) Gerbſäuren (ſog.), künſtliche 1168 ff., natürliche (oder Gerbſtoffe; Tannin) 1144, 1176 ff. Caffeegerbſäure 1183, 1229. Catechu- oder Mimoſen-Gerbſäure (oder Tanningenſäure) 1156, 1183 ff. Chinagerbſäure 1183, 1207. Eichengerbſäure, Beſchaffenheit derſ. 1180; Verhalten 1019, 1144, 1183 und Wachs 1160. Fichtengerbſäure 1183. Galläpfel und Gallägerbſäure, Beſchaffenheit derſelben 1180; Darſtellung und Verhalten 1019, 1050, 1179, 1321, 1509. Kinogerbſäure 1181, 1183. Sumach (Schmack 1141) und Sumachgerbſäure 1144, 1182. Thee- und Traubengerbſäure 965, 1182 und 1501, 1512. Waſſerliliengerbſäure 1183. β) Gerberei, Arten derſelben 1382; der Thierhäute (Schwitzen ſog. derſ. 1393, 1399), was ſie bewirkt 1392. Lohgerberei 1183, 1382: Gerber-Lohe 1084. Juftenleder, Färbung deſſelben 1671; Leder, lohgares 1183. Pergamentgerberei 1382 (Pergamentleim 1385). Rauchgerberei 363, 1382, 1537. Sämiſchgerberei 1382, 1392. Torfgerberei, fragliche 383. Weißgerberei 1382, 1392.

p) Fettöle und Starrfette, ſammt Zubereitungen aus denſelben. Darſtellung derſ. 1347 und 1046 ff. Oelpreſſe 1880. Baumwollenkernöl 1057. Belladonna- und Croton-Oel 1052. Erdeichelnöl 1053. Fichtenſaamenöl 1052. Gerſtenmehl-, (Klatſchroſen-, Narciſſen- und Tanghinmandel-) Oel 1057. Hanföl 1052, Zerſetzung deſſelben 1587. Kürbiskern- (Sonnenblumen-Samen-) Oel 1052. Leinöl 1050. Mohnöl (Oel der Madia sativa und) Nußöl 1052; Oel des Chineſiſchen Oelrettig 1053. Oliven- oder Baumöl (Fälſchungen und Prüfung deſſ.) 161, 1065. Palmöl ſog. 1051. Pflaum- (und Zwetſchen-) Kernöl 1052. Raviſonſaamenöl 1058. Rüböl 1052. Senf-Fettöl 1341. Seſamöl 1053. Tabaksſaamenöl (Hollunder- und) Wein-Kernöl 1052. — Bleichung, Eintheilung, Fälſchung, Friſcherhalten, Prüfung und Reinigung (nach Glauber, Thenard u. A.) der Fettöle u. Starrfette 1054; 161, 1065. Befreiung vom ranzigen Stoff 878, 1062. β) Leichen-Fett od. -Wachs (Adipocire) 1046; künſtliches 1096. Margaron-Kerzen, muthmaaßlich mögliche 1068. Milly-Kerzen 1048. Robbenfett 1321. Stearin-Kerzen 1047 ff. Thrane, Gewinnung und Reinigung derſ. 1059, 1061; „Leberthran" 186, 1058; Prüfung deſſelben 1060; Phosphor- und Salzbildner-Gehalt deſſelben 1059. Wallrath 1045; Reinigung deſſelben 1057; Wallrath-Kerzen a. a. O. und 1058; Wallrath-Oel a. a. O.

q) Süße Pflanzenſäfte und deren Bearbeitung auf Zucker; über „Stärk-

zucker" ſ. oben S. 25. Zucker (Melaſſe oder Syrup, brauner) ꝛc. aus Agave americana (Magouny der Neu-Mexikaner; in Deutſchland meiſtens Aloe genannt) 1463, Ahorn 1362, Birken 461, Getreide (zumal aus Weizenmalz) 1486, Mais 1091, Maulbeeren 924, 1361; Möhren (Paſtinak, Zuckerwurzeln ꝛc.) 1491, Palmen 1361, 1445 und 1462; Runkelrüben 1361, 1368, Weinmoſt (Traubenzucker) 916 und aus Zuckerrohr 1361, 1366. — Zuckerſiederei: Läuterung und Formung 920, 1252; Melaſſe 916, 1362, 1509. Schmelzung und Röſtung des Zucker (zu Gerſtenzucker, Melaſſe und Caramel, a. a. O. und 1512. — Oel-Zucker (Elaeosachara) 926, 1337.

r) Gährungen u. Gährungs-Erzeugniſſe. α) Allgemeines: Anregungs-Bewegungen 1408; Leben weckende (Belebungs-Gährung ſog.) 1129, 1217, 1457; Infuſorien „aus dem Deſtillate der Infuſorien" 1410; Schimmel-Bildungen 1179; Leucht-Lebweſen (mikroskopiſche 1578, Leucht-Thierchen, vielleicht auch: Leucht-Pflänzchen) und andere, manche Gährungen begleitende Lichtentwickelungen: weingährenden Zuckers 1500; faulenden Holzes 1454, 1461, 1578, 1595; faulender Seefiſche (1580), Kartoffeln (metalliſch glänzende Punkte darbietende 1304, 1578), des natürlichen und künſtlichen Meerwaſſers 1580 und verſchiedener faulender und verweſender Bildungstheile 1454, 1556, 1577. β) Gährungen erregende Eigenweſen u. Stoffe: a) Hefe 149, 1071. Oberhefe 1508, durch Gährung (in der Bierwürze, dem Moſte ꝛc.) forterzeugte 1529, unwirkſame, durch Elektriſirung wieder wirkende 1478; durch Umbildung des Mehlleim (Kleber) hervorgehend 1453 (gehopfte 1473); mittelſt Sauerteig (Hefel 1522) ꝛc. aus Weizenmehl (Torgauer immerwährende Bäckerhefe 1378; über „Semmel-Sauerteig" 1523 und Bäckerhefe deſſelben 1522); „Weinhefe" od. Weinmutter 1517, als Weißbierhefe- (1533) Vertreter 1520; „Preßhefe" 1480. Unterhefe 1479, 1508. b) Galläpfel 1179 und 1542. c) Kohlenpulver 1479. d) Lebende Kryptogamen, zumal Pilze 1459; ob im „trüben Bier"? a. a. O. e) Mundfeuchte und Speichel 1552; über Erreger ſaurer Gährung ſ. w. u. γ) Gährungs-Hemmer: Carbonſäure Wein-Säuerung hindernd 1407; Eiſenvitriol und Glauberſalz, als Mittel anatomiſche Präparate gegen Verderbniß zu ſchützen 1310; Kali-Chromat: Verweſung verhütend, Schleefrüchte, Amyl-Gährung verhütend 1495; Senf-Saamen, Schleimgährung (daher das Lang- und Zäh-Werden junger Weine [1490 ff.] mindernd u. Aufhebung, ſo wie das Sauerwerden derſelben) verhütend 801 und 1485; über „Schimmelbildungs-Verhinderung" ſ. oben S. 34 (Schreibetinte); Silberoxyd-Azotat als Fäulniß, Moderung und Verweſung hindernd 1466; Zucker: Weingährung unterbrechend 1507. Ueber Gährungs-Hemmungen durch Einſalzen, Einpöckeln, Einſäuern (des Fleiſches und verſchiedener Früchte) mit Eſſig und des erſteren mit Holzeſſig, ſo wie über Einzuckern, Räuchern und überhaupt: über Verweſung-, Moderung u. Fäulniß-Verhindern durch Luft-Ausſchluß ſ. o. S. 22 u. 27, 29 ff. δ) Einzeln-Gährungen und Gährungs-Erzeugniſſe: A) Ummiſchungs-Gährungen. 1) Gährung des „Amylon" zu Gummi (Pectinſäure 923, die vielleicht mit einer zweiten, annoch unbekannten Säure zur Kleiſterſäure ſich vereint? 1489) und Glykoſe: durch Berührung von Mehlleim 1359, 1483 (Brodgährung 1378, 1522; durch Co_2 S. 1525; H-Entwicklung derſ. 1524). 2) und 3) des „Lignin" zu Celluloſe und „dieſer" zu Amylon 1484; 4) des „Amylon" zu Dextrin, ſo wie „dieſes Erzeugniſſes" zu Schleim- (und Kümmel-) Zucker 1585; 5) des „Zuckers" zu Schleim 904, 1367, 1474, 1489, 1552; 6) des „Pflanzenſchleim" zu Quellſchleim 1492; 7) des „Zuckers" durch wenig ſtark gewäſſerte Oberhefe zu Mannit (ſo wie zu Gummi und Milchſäure) 922, 1357, 1492; 8) des „Amylon-Hydrat" (des Kleiſter) durch Käſe theils zu Glykoſe, theils zu mehreren Säuren

(Milch-, Glucin-, Apoglucin- und Fett-Säuren, beſonders Butyrinſäure) a. a. O. B) Wechſelzerſetzungs-Gährungen 1493: 1) und 2) des „Zuckers“ zu Amyl- oder Fuſel- und Oenanth-Aether (neben Fettſäuren und Ammonoxyd) 1493 (Möhren, als Fuſelbildung-Hinderniß 1515) und unter Aetheröl-Bindung, zu Weinduft (ſog. Blumé od. Bouquet) 1495 ff.; 3) des „Chlorophyll-haltigen Zucker“ (Gummi, Schleim ꝛc.) und Phyto-Albumin zu Fermentolen (Carbonſäure ꝛc.) 1496, 1576, ſo wie 4) verſchiedener eigengearteter Bildungstheile und Phyto-Albumin, oder deſſen Vertreter (Emulſin oder Synaptas ꝛc.) zu Azot-haltigen Aetherölen 1498: a) Amygdalin und Emulſin zu Bittermandelöl und Glykoſe, Hydrokyanſäure und Formylſäure a. a. O.; Salicin und Emulſin zu Caligenin und Glykoſe 1000; Phloridzin und Emulſin zu Phloretin und Glykoſe 1040 ff.; Sinapin und Miroſin zu Senföl ꝛc. 997 ff. b) verſchiedene farbloſe Pflanzen- (zumal Flechten-) Bildungstheile und Ammoniak zu Flechtenfarbſäuren und verwandten Erzeugniſſe 979, 1131 (Euchronſäure 979): Cutbear oder Perſio, Lackmus und Orſeille ꝛc. 1137. C) Zerſetzungs-Gährungen 1479, 1499: a) weinige Gährung 207, 1013, 1094, 1133, 1335 (H- und O-Gas zu Waſſer verbindend); bei Luft-Ausſchluß 1570. Entwickelungsgang derſelben: Brauſe-Gährung und Still- oder Nach-Gährung 1499; Zerfallen des „Zucker“ in Alkohol und Carbonſäure (neben einer oder einigen Hydrocarbonſäuren); mögliche Benützung der Carbonſäure 1504. α) Weingährung 1499. Agreſt (Omphacium) 1509. Ausbruch 1504. Bereitung und Pflege 1476, 1491, 1502—1504, 1579, in Deutſchland (Rheingegenden und Tyrol), Frankreich, Griechenland, Italien und Portugal 1476, 1491, 1500, 1502, 1520. Blume ſ. oben Weinduft und 1328; künſtliche 1013 und 1496. Erd- und Faß-Geſchmack, Tilgung deſſ. 1510, 1512. Färbung, gelbe (mit Caramel) a. a. O., rothe 1125, 1510. Fälſchungen 1125, 1513; Prüfung auf Alaun 1512, Alkohol-Zuſatz 1513, 1562; auf verſchiedene Färbungen und Fälſchungen 1504, 1570. Hefe oder Weinmutter 1493, 1512; künſtliche Fällung derſelben 1491; ſtatt Oberhefe verwendbar 1517, 1520. Honigwein oder Meth 1514 (Honig- oder Leb-Kuchen-Gährung 1525). Hülſen der Weinbeeren, Farbſtoff der rothen 1342. Jahre, gute, Verhältniß derſ. zur Witterung 75, 76, 261. Kahn oder Kahm 1503, Verhütung deſſelben 1510 und a. a. O. durch Carbonſäure 1463. Korinthen 1517. Kumiß ſ. Milchwein. Lagerung der Weine 1502. Lang- und Zäh-Werden 1491, ſ. a. Schleimgährung; Verhütung 1503. Maitrank 1005. Meth ſ. Honigwein. Milchwein 1536, 1538, 1559. Moſt, Aufbewahrung deſſ. 1503; gährender 1403 (Benutzung ſeiner Co_2 S. 1504); galvaniſche Zerſetzung deſſ. 1507; Zuckergehalt deſſ. 1511. Moſtrich 751, 1013, 1344, ſ. a. Senf. Roſinen 1361; Mallaga's, Nachreifung derſ. 1381. Sauerwerden (Stich-Bekommen und Umſchlagen 1463), Mittel dagegen 1344 u. 1503. CO_2 als ein dergleichen Mittel 1463. Sect 1508. Strohwein 1504 (Jablonen a. a. O.). Verjüngung (des Weins) 1506. Weinſtein (rother und weißer) 1312; Ausſcheidung deſſ. 1502, 1562; Reinigung deſſ. 939, 1240 und Kryſtalle des gereinigten 1312; Zerſetzung deſſelben in Aetzkali und Weinſäure 1313, in Kali-Tartrat und Hydroxyd-Tartrat (d. i. Weinſäure) a. a. O. und 1314.*) Zerſetzung deutſcher Weine durch Kali-Carbonat (-Tartrat ꝛc.) 1510. — Weine, gefeuerte (oder Bundweine), die

*) Wein-Bau 78, 302; -Fäſſer (und Bierfäſſer), Reinigung u. Schwefelung derſelben 1290, 1502; -Keller, Befreiung derſ. von CO_2-Gas 1551; -Kelter 1880; -Trebern oder -Treſtern 1081; Weintrebernöl ſ. weiterhin: Oenanthäther oder Aethyloxyd, önanthſaures. Weine, ausgefrorene 1501, 1506; ausgegohrene 1511, federweiße 1501.

Vorgänger aller Brauſeweine (mouſſirende oder Schaumweine; daher auch des Champagner 1509) 1504, 1506. Weine verſchiedener Abkunft: aus Fettöl-reichen Saamen 1511; Hirſe (der Tſcherkeſſen) 1526; in Kali-lauge aufgelöſter Kartoffelfaſer (Celluloſe) 1484; Maguny (Pulque-Wein, aus Agave americana L.) 1463; Obſt, Palmſaft, Reis und Stachelbeeren 1462. Weine, künſtliche (Muskateller) 1511; Brauſeweine 1504—1506 (Brauſe-Meth 1514; Sagaver 1540); künſtliche, fragliche aus Fliegenſchwamm 1514. Weingährung, Brodgährung beglei-tend 1524; Schwefelſäure zerſetzend 825. β) Brennweingährung und Brennweine 1514 ff.; liebliche 1520. γ) Biergährung u. Biere 1527 ff. Malz-Auszug oder Würze 1508, 1533; Kühlung derſelben durch Eis 1533. -Bereitung 918 ff., 1487, 1508, 1526, 1533 ff. Würz-Bemeſſung mittelſt des Sacharometer, ſ. oben S. 21. Obergähr-Biere (braune und weiße) 1527 ff. Reis- und Weizen-Biere der Chineſen 1462, 1533. Untergähr- oder Bayeriſche Biere 1530 ff. Bier-Proben, optiſch-aräometriſche 1914; Hallymeter ebendaſelbſt. Pilze als fragliche Biertrübner 1459. Silicſäure-Aether, ob Biermit-beſtandtheil? 1480. δ) Farben- und Tabaks-Gährung. Darſtellung des Indigo und der durch Gährſtoffe (ſo wie durch deren Vertreter) ver-mittelten Indigküpen 214, 1021, 1038, 1083 und 1022, 1027—1030, 1038 und 1150 ff. — Tabak: Blätter, Beſtandtheile 1085, Trocknung und weitere Behandlung 341, 1536; Nargileh oder Waſſer-Tabakspfeife der Aegypter ꝛc. 1185. Tabaksrauch. Beſtandtheile deſſelben 1085. Schnupf-tabak 760, 1536. Tonkabohnen 100, 1005. b) ſaure (nur Säuren zeugende) 1488, 1094 und 1541: Fettſäuren neben CO_2 (ſammt Valerian-ſäure, iſomeriſch der Butyrinſäure 1341) 1489, 1492; Käſe-Säuren 1400, ſowie 1085, 1543; Gallásäure und CO_2 1542. Milchſäure, ſ. oben Milchwein und neben Apoglucinſäure und Glucinſäure 1094 ff., 1592, Pectinſäure und Eſſigſäure neben Waſſer-Erzeugung 1543 ff. und 1545. Eſſige nur aus Amylon 1544, aus Milch 1537, aus Zucker (ſo-wohl aus Hartzucker, als aus Malz) 1550, 1544; mittelſt Platinſchwarz aus Weingeiſt 848—849. Schnelleſſig, Fabrication deſſ. 1145, 1150 bis 1156; Verhütung der Mitbildung von Aldehyd 1546, 1549. Verfälſchungen und Prüfungen der Eſſige 1553. Darſtellung reinen deſtillirten und durch Ausfrieren größeren Theils entwäſſerten (ſog. concentrirten) Eſſigs 1552, ſo wie der gewöhnlichen und der eisartigen Eſſigſäure 813 und 904, der durch Druck kryſtalliſirten 173, 587. Ueber Beizen des Fleiſches und Einmachen der Früchte mit Eſſig 1397 und 1552 (Behandlung des erſte-ren mit Holzeſſig, ſ. 1468 und oben S. 36); über Eſſigmutter ſog. 1470 und wahre 1552 *) c) Verweſungs-Gährung (Eremakauſie) 1553 ff., verglichen mit 1046, 1062, 1078, 1087, 1335, 1446, 1467 ff.; Azotſäure-Bildung a. a. O. und 1556. **) d) Moderungs- oder

*) Eſſig-Aale und -Fliegen ſ. w. o. phyſiolog. Eſſig aus fettſaurem Gly-cerin 1094; aus Malz (Malz-Eſſigbrauerei und Malz-Trebern 1084) 1544, 1552; aus Wein, geiſtiges (und wäſſerig eſſigſaures) Deſtillat und Wein-ſtein- ꝛc. haltiger Rückſtand (Sapa aceti) deſſ. 1552. Eſſig-Fermente ſog. (Citronſäure, Eſſigſäure, Oxalſäure und Sauerkleeſalz, Weinſäure und Weinſtein) 1544, 1552; -Geiſt oder -Eſſigbrenngeiſt 852, ſ. a. w. o. Aceton. -Naphtha (od. Eſſig-Aether) ſ. w. o. Aethyloxyd, eſſigſaures. Honig-Eſſig; Succinſäure, angebliche deſſ. 1045, 1550. Klärung der Eſſige 1550. Milchzucker-Säuerung zu Milchſäure mittelſt Proteinoiden 1360. Pſeudoeſſigſäure 1509. Säure-Bildung durch Gährung 1509, 1541, 1554. Stärkwaſſer, ſog. ſaures 940. Traganth-Gährung (ſaure?) 206, 1095.

**) Ueber Mauerfraß- od. Mauerſalpeter-Bildung und Verhütung deſſelben vergl. S. 336, vergl. mit 973, 1061 und über azotſauren Kalk, ſ. auch S. 157. (Azotſäure-Entſtehung durch Oxydation des Ammoniak 1414.)

Torf-Gährung 1557 oder Apopepſie (Verkohlungs-Gährung mit Uebergang in Torfſäuren und Eſſigſäure 1558 und 1571). Humin und Ulmin, Huminſ. und Ulminſ., Brunnenſ., Braunſ., Quellſ. und Quellſatzſäure 1558. Bildung der Braunkohlen und verwandte Erzeugniſſe 1558—1560. Urtorf u. Schwarzkohlen-Anthracit-Bildung ſammt verwandten Erzeugungen 1560—1566, ſ. a. oben S. 14, ſo wie der Marſchen und Moore (ſog. Mooſe), insbeſondere der Torfmoore 1568 ff. Raſen-Torf 1570; Blätter- oder Papier-, Schlamm- oder Bagger- u. Tang- oder Dang-Torf 1571; Moor- oder Moos-Torf 1571—1573 (Tras- oder Dras 1573). Pechtorf und blaue Eiſenerde (ſog. „natürliches Berlinerblau" und Vivianit) darbietende Torfe 1573—1574. Moderung des Eichenholzes 1217. Bade-Schlamm 1575. Boerhave's Moderungs-Verſuch 1576 (ſog. Glühfutter ebendaſ. und oben S. 26). Dammerde-Bildung (begleitet von der zahlloſer Infuſorien) u. Dammerdearten 1577. (Leichenfett od. Fettwachs-Bildungen, natürliche u. künſtliche, o. S. XLIII.) Holzfäulung u. Irrlichter 1595, ſ. a. o. S, 12 u. Verhütung der (Verweſung und) Moderung der Leichen und der anatomiſchen Präparate 1467 ff. u. o. XLI, des Holzes durch Kyaniren o. a. a. O. u. 337; des Segeltuchs 1576. Uebergänge von Moderung in Verweſung und in Fäulniß: Flachs- und Hanf-Röſtung 1482, 1848. Galle, Moſchusduft-Entwickelung 1581 (und zum Theil auch einzelne ſog. Gallen-Gährungen 1580.). e) Fäulungs-Gährung oder Fäulniß 1578. Fäulniß des Fibrin 1084, Glycerin (des fettſauren) 1084, der Galle, Salze der gefaulten 1581, der Hühnereyer 1067, 1556 (Aufbewahrung derſ. 1463), der Kartoffeln 1449, des Leim 1085, der mikroſkopiſchen Pilze (u. Infuſorien) 1439.

f) Branntweinbrennerei (ſ. Brennweine), Spirit, Würzbranntweine (Liqueure) und verwandte Zuſammenſetzungen. Brennkeſſel 415, mit Kühlgeräthen 345, 1585 und (fraglichem) Waſſerbad 1518. Verhinderung der Fuſel- (Amyl-Hydrat-) Bildung durch Hopfen 1495 und Möhren 1515. (Kartoffelfuſel zu Leuchtgas 876.) Branntwein aus Kaffeekirſchen 1462, Kartoffeln 902, 1484, Kernobſt und Beerenfrüchten (Heidelbeeren ꝛc.) 1521, Korn oder Roggen und anderen Getreide-Arten 1082, 1493; aus Kumis (liefernd „Milchbranntwein") 1071 u. 1540, Möhren-Wurzeln 1515, Waldkirſchen (gewährend das ſog. Schwarzwälder-Kirſchwaſſer) 982, 1521, Palm-Süßſäften (zu Oſtindiſchem Arak, wie zu Oſtindiſchem Rum 1462; Arak, ächter, Verhalten deſſ. 1081 und 1083, nachgekünſtelter 1081—1082; Rum, künſtlicher 1081), aus Syrup (Melaſſe) zu Weſtindiſchem Rum u. aus verſchiedenen Abgängen in den Zuckerſiedereien, Taffia liefernd a. a. O. und 1597; aus Zwetſchen (Aufbewahrung derſ. zu dieſem Behufe) 1521. — Spirit 206, 344, 1509, 1520. Vorlauf oder Vorſprung ſog. 1519. Cölniſch-Waſſer, ſog. 809, 849. Extrait d'Absynthe 1049 (Genipp-Kräuter). Lackfirniſſe 1154, ſ. a. o. S. 31 ff. Liqueure oder Würzbranntweine 1171, 1381.

t) Brenngeiſtige Erzeugniſſe zu pharmaceutiſchem und techniſchem Gebrauch. α) Schwefel-freier: Aether oder Aethyloxyd AeO, ſ. S. 821, 926, 950, Reindarſtellung deſſ. 1133, azotichtſ. oder ſog. Salpeteräther und eſſigſ. (Eſſigäther) 199, 827, 851, 1081; citronſ. und formylſ. (zu künſtlichem Arak und Rum) 1081 ff. und 1320; ſchwefelſ. (auch Aetherſchwefel- od. Schwefelwein- od. Vinoſulphurik- od. Weinſchwefel-Säure ꝛc. genannt) ſammt ähnlichen Gemiſchen (Haller's ſaures Elixir, Rabel's Waſſer 1234, 1135; ſilicſ. (zu ächtem Glaspapier) 1307; waſſerſaures (oder hydrocidſ.) d. i. Alkohol (1133), ſ. w. u. Aetheröl (1135) -haltiges Aetherin (878) oder ſüßes Weinöl 1335; Aethyloxyd-haltiges ſchwefelſaures Aethyloxyd oder ſchweres Weinöl 1135. Aethyl-

Chlorür oder ſog. leichter Salzäther 172, 199 und 1134; ſogenannter ſchwerer 853. Formyl-Chlorid od. Chloroform 857. — Alkohol, abſoluter, Darſtellung deſſelben 207; durch künſtliche Kälte angeblich deſtillirter (208) und erſtarrter 333; Verdichtungen deſſelben mit Waſſer 812. Alkoholometrie 1913. β) Schwefel-haltige: Schwefelalkohol (CS_2) 837, 839, 879. Mercapt oder Aethyl-Sulphür $= C_4 H_5 + S$ ſ. 199, 882, 1605.

u) Metalle, Metall-Legirungen, Plattirungen ꝛc. α) Metalle, ſ. oben S. 19 Grundſtoffe, ſo wie S. 871: die Ordnung, in der die Erzmetalle einander metalliſch fällen, was überall reine Erzmetallſalze (ſ. w. u.) vorausſetzt. Ueber Ag ſ. a. 399 und 908 (Arbor Dianae 869). Au ſ. Malergold o. 34 u. S. 405. Pb 932 (Bleibaum, ſog. Arbor Saturni 931). Pt 405 und 912. (Blech 458.) Sn 869, 1236 (Zinnbaum, ſog. Arb. jovis 1261). Zn 391, 658 und 9000. — Ueber K und Na Darſtellung, ſ. 1424. β) Metalliſche u. verwandte Metallverbindungen: Argentan 462, 866. Blei-Platin 361. Bronze 585, der Alten 866, pulverige ſog. 867. Calcin 868. Caratirungen, gemiſchte, rothe und weiße 405, 860 u. 872. Chryſochalch 866. Cobaltſpeiſe 461. Eiſen, rothbrüchiges 350. (Eiſenſchienen, Vertreter, fragliche 547.) Erz, caldariſches 865. Gelb-Kupfer 865. Glockenſpeiſe 860, 866. Gong-Gong 868. Kanonen- (Gießerei 380) Metall 866. (Kobalt ſ. Cobalt.) Kupfer-Amalgam 193, 863, 1783; -Plattirung 405, 702 (Befreiung von ſolcher Silberdecke 405). Legirungen, altgriechiſche und altrömiſche 866, 894, goldgelbe 550, 868. H-haltige fragliche 435, K- oder Na-haltige 860; rothe 869. Lyoner Treſſen-Metall 868. Lettern-Metall 193, 869. Mangan, Si-haltiges 1851 (-Graphit 1808). Mercur, gefälſchtes 192 (Reinigung deſſ. 900). Meſſing 865. Metalle, Abänderungen derſelben durch Spuren fremder Beimiſchungen 359. Metall-Gemiſch Bennet'ſches 867, ſehr hartes fragliches 868; violettes 868. Metallmiſchungen, ſehr leichtflüſſige 557, 559, 869. Münzmetalle 400, 403, 709, 860, 872. Chineſiſche 868. (Wardein 400). Neuſilber ſ. Argentan. Nickelkupfer 867. Paffong (Paktong) 866. Pallad-Legirungen 1867. Pewter 1778. Pinſchbeck 865. Platin, abgeändertes 360, -Amalgam 1799, -Email (Pt-Ueberzug des Thongeſchirrs 559) 1867, -Legirungen 404, 435, 867, 849, Platin, rohe 944, -Schwamm 194, 461, 464. Verarbeitung und Verpackung deſſelben 848 ff. Plattirungen der Metalle 860. Prinz- (Robert's-) Metall 865. Probe-Silber, Engliſches 405. Silber-Löthigkeiten 400, 860, 950, 957 (-Spratzen 396). Similor 865. Spiegel-Metall 193, 860, 864, 866 ff. Stanniol 193. Stib, hämmerbares 359, -Legirungen 872. Tam-Tam od. Tatmans 350. Tombak 865, weißes 864. Tſchoung 868. Tutanego 868, 872. Waffenmetall der Alten 866. Weißkupfer 864. Wismuth, hämmerbares 359. Leichtflüſſige Legirungen 557, 559, 869 (zum Anlaſſen gehärteten Stahls, zu Ventilvertretern ꝛc.). Wootz (Wutz) 1859, ſ. a. Stahl oben S. 23. Zink, Glanz und Streckbarkeits-Erhöhung, durch Mr 861; unreines (gleich Sn, Ag ꝛc.), galvaniſch prüfbar 1766 und 1778. Zinn, käufliches, Sorten und weiße klingende Legirungen deſſelben 869; mit Blei verſchiedentlich verſetztes 868; widriger Geruch deſſelben, ſo wie des reinen (?) 197; zerreibliches 1278. Zinn-Amalgame der Elektriſirmaſchinen 192, der Glasſpiegel; Scheidung deſſ. 863 ff.; -Röhren, Zerbrechlichkeit derſ. 1783. Zinn-Stib 868. Zymbeln-Metall 350. — Gießpuckel 401; Glühwachs, zur ſog. Feuervergoldung 1718; Verblaſen des Stib, beim Goldſcheiden 872. γ) Metall-Ueberziehungen: Elfenbein-Verſilberung 1667. Glanz-Vergoldung 1717. Matt-Vergoldung 1806. Mützenpulver ſog. (Pulvis ad Mitras) 863. Nägel, überzinkte 1990. Schein-Verſilberungen 863, -Vergoldungen, ſ. Lyoner Treſſen-Metall. Ueberziehen

mechaniſch überſilberter od. überzinnter Flächen mit Goldfirniß 1604. Weißſieden der Stecknadeln 1261. Vergolden, chemiſches 193 ff., 860, 1716—1720, 1803, 1805 und phyſiſches: durch Adhäſion 1717 und durch Galvanoplaſtik 870, 910—911, 1312, 1718, 1803 und 1805 (und in gleichen dreierlei Weiſen auch:) Verkupfern des Blei's und Eiſens (Cement-Kupfer) 1719, 1805. Verpalladen 1805, 1808, 1867. Verplatinen 194, 860, 1716, 1805, 1808. Verſilbern 194, 860, 1718. Verzinken des Eiſens (ſog. Galvaniſtren deſſelben) 522, 868; theilweiſes des Kupfer-Beſchlags der Schiffe oben S. 27. u. Verzinnen des Eiſens (zu Weißblech) u. des Kupfers auf trockenem Wege 871, 1261; des Kupfers: naſſen Weges 1805, nach Trommsdorff d. ä. 1808; phyſiſch-mechaniſch 1604.

v) Darſtellungen von Salzbildnern, Salz-Gründern (Salzbaſen) und Salz-Zeugern (Säuren), ſo wie von Hyperoxydaten und Salzen zu pharmaceutiſchen und techniſchen Zwecken. a) Salzbildner: α) einfache: Br 854, 1234; Ch oder Cl 791, 802 und oben S. 31; J 202 und ſ. a. Br; über „Amylon-haltigen Kattun“ (als J-Gegenwirker) 1349. — S 806, As-freier 1302; Prüfung auf Reinheit 838; reinſter, aus 2 HS + SO_2 und Waſſer 1224; Schwefel-Blumen und -Milch 838; Se und Te 838—839. P 503 ff., 834 ff. und 1249. β) Zuſammengeſetzte: Ky Kyan (Cyan oder Blauſtoff = C_2A) 966, 1825. Kfy Ferrokyan (Eiſencyanür = Fe Ky). Fky Ferrokyanan (Eiſenkyanid = $Fe_2\ Ky_3$; Berlinerblau oder Eiſenkyanürkyanid = 3 Fe Ky + 2 $Fe_2\ Ky_3$ = 7 Fe + 9 Ky; S. 961 ff. und oben S. 34). Ksy Rhodan oder Sulfkyan (Sulphon oder Schwefelblauſtoff = S_2 Ky) 960, 962, 965 ff. KryS Sulfrhodan (Schwefelrhodan oder Ueberſchwefelblauſtoff = Ksy S) 969. b) Salzgründer: a) zweiſtoffige: α) Laug- u. Laugerd-metalliſche AH_4 O (Ammonoxyd oder gewäſſertes Ammoniak) als ſog. ätzender Salmiakgeiſt 1228 (Liq. ammonii caustici 1305). BaO Baryt oder ſog. Schwererde und Baryn-Hyperoxyd 1231, 1232. CaO gebrannter Kalk und deſſen Hydrate 203, 1233 und oben S. 33, todt gebrannter 1232. KO HO Aetzkali und deſſen wäſſerige Löſung (Aetzkali-Lauge, Seifenſieder-Lauge) 1229; Riechbarkeit derſelben (ſo wie jener der geſättigten und hinreichend erhitzten wäſſerigen Löſungen der Hydrate von LO, NaO; BaO, SrO u. CaO) 106; Tinctura kalina 852. — MgO 1250 (Magnit oder Bittererde, oder Talkerde). Magnesia usta 945. NaO HO ſ. KO HO. SrO 1232. β) Erd- und Erz-Metalloxyde, ſ. oben S. 34 die dort erwähnten zur Färberei und Malerfarben-Bereitung erforderlichen Metalloxyde, ſo wie außerdem noch folgende: Al O_3 (oder $Al_2\ O_3$). Alumoxyd oder reinſte Thonerde 1234. CoO 460, 1260, 1288.*) $Cr_2\ O_3$ grünes auflösliches 814, 1310. CuO 1289; vergleiche auch 912. FeO und Fe_2O_3 643; Eiſenoxyd-Hydrat als Gegengift gegen As_2O_3 (Gebrauchsweiſe 1305), ſo wie, nach Miahle, angeblich gegen alle Metallgifte: Duflos Oxysulfuretum ferri cum magnesia 1303—1305. MnO_2 797. Mr_2O und MrO 321, 814, 872. PbO (Bleiglätte, zwar nie rein, aber dennoch zu mehreren Bleiſalzen vollkommen brauchbar 396); Pb_2O_3 + mehr oder weniger PbO, d. i. Mennige; ebenfalls ſtets Cu- ꝛc. haltig 322, 892; PbO_2 oder Pb_2O_4 mittelſt AOs, od. Ch oder SO_3, ſ. S. 510, 813 und 892 ff. SnO_2 Zinnaſche 1235, ſ. a. w. u. Zinnſäure. ZnO 788. b) Mehrſtoffige: Alkaloide 1169 und Alkaloidule 1171 (Darſtellung im Großen 1177—1198, 1206—1208 und

*) Vergl. auch über die zur Smalte erforderliche Zaffer (Zaffera) oben S. 34. Fällung einer gemeinſchaftlichen Löſung eines CoO-Salzes und des eiſenfreien Alaun, durch eine Alkali-Löſung gewährt das ſchöne (jetzt jedoch durch das künſtliche Ultramarin faſt verdrängte) Leydener Blau, und erſetzt man hiebei den Alaun durch eiſenfreies ZnO SO_3, ſo erhält man Rinmar's Grün.

1215—1225). Aetheroide und Aetheroidule; unter dieſen Benennungen ſind, in Beziehung auf Säure-Bindung, zuſammenzufaſſen: α) die Oxyde des Aethyl, Amyl, Methyl und Oenanth (o. S. 876 ff. u. ſo wie) 876, 878, 880 und 1493 und β) die des Acetyl 876, Glycyl 878 und Kakodyl 1174 ff. c) Säuren: a) zweiſtoffige: α) mit durch O geſäuerter Grundlage: Arſenichtſäure 460 ff., 832, 855. Azotichtſäure 1301 und 1310 (werdende AO_3, ſ. S. 507 und 1302), als Luftreiniger 1301 ff.; AO_2 Gas als Reagenz für aufgelöſtes FeO und verneinend für aufgelöſtes MnO; als Mittel, um Mn_2O_3 u. MnO_3, ſo wie Oxymanganſäure ſofort zu MnO zurückzuführen, desgleichen Alaun zu reinigen 900, 1146); ſ. a. Aethyloxyd, azotichtſaures oben S. 199. 827. Azotſäure (Salpeterſäure), Darſtellung 940, 1322 und künſtliche Zuſammenſetzung 157, mittelſt Platinſchwamm 1296 ff., 1733; Zerfallen derſ. durch Entwäſſern 202. Borſäure 452, 1306. Carbonſäure (Kohlenſäure, Luftſäure 204), wohlfeile Darſtellung und Reinigung derſ. 797, 467. Chromſäure 812, 817, 1264, 1268. 1309. Molybdänſäure 818 ff. Oxalſäure (Sauerkleeſäure) 507, 812, 918, 1424. Phosphorſäure 504, 835, 1109. Scheelſäure 819, 1268. Scheidewaſſer, gefälltes NO_2, ſ. a. Azotſäure. Schwefelſäure, Bildung derſ. ohne Salpeter und ohne AO_2-Gas atmosphäriſcher Luft 848, 1279, 1290; mittelſt Salpeter ꝛc. 507, 525, 658, 813, 828, 831; Reinigung derſ. 504, 832; Wäſſerung (Hydratiſirung) derſelben und daraus erwachſene Dichtigkeits-Aenderungen 658. Zerſetzung derſ., gänzliche durch Alkohol 1135. Stibichtſäure (ſog. Stiboxyd; Flores Antimonii) mit Chlorſtib als ſog. Algarothpulver oder Mercurius vitae der älteren Chemiker; ſ. a. w. u.) 1260, 1273. Zinnſäure (Zinnoxyd) 908, 1027; ſ. a. Zinnaſche und w. u. S. LV Anm. β) Hydrogen- oder Waſſerſtoff-Säuren (als ſolche darbietend: H geſäuert durch Salzbildner); a) mit einfachem Salzbildner: 1) HCh od. Salzſäure. Bildung derſelben 768, 792, 1266; Darſtellung 804, 850; mittelſt As-freier Schwefelſäure 832, 1302; Verhalten: als muthmaaßlicher Feuer-Verſtärker und Eiſen-Reiniger in Hohöfen 915; zu Albumin 1394, Mennige 802, Pepſin 113, Selenſäure 838, Terpentinöl (und zu Zucker ꝛc.) 804. 885; Zerſetzung derſ. 806, 1744; 2) und 3) HBr und HJ 854, 1265, 1267; HF oder Flußſäure (Flußſpathſ.). Darſtellung 846. Verhalten zu Ch 795 und 1744; des AgF zu Ch 795, zu Zr 886; Zerſetzung derſelben zu Gunſten der HO_2-Bildung 1822; 5) HS od. Hydrothionſäure 788, 806, 1011; Verhalten 1274, 1280; vertretbar (in manchen Fällen) durch Zwiebelſchaalen-Aufguß 1149. Ueber acht HS (od. nur H?) zur Grundlage habende Säuren, nämlich über die Hydro-Argan ($= 2\ HS + C_{16}\ A_{16}\ H_{14}$), -Phalan ($= 2\ HS + C_{14}\ A_{14}\ H_{12}$), -Alphan ($= 2\ HS + C_{10}\ A_{10}\ H_8$), -Leucom ($= 2\ HS + C_6\ A_5$), -Xytan ($= 4\ HS + C_{10}\ A_9\ H_3$), -Phajan ($= HS + C_8\ A_6\ H$), -Porran ($= 2\ HS + C_3\ A_4\ H_2$) und -Mellan- oder -Mellon ($= 4\ HS + C_7\ A_4\ S_2$) -Säure, vergl. S. 1298—1280; b) mit zuſammengeſetztem Salzbildner: 1) $H_3 + Si_2\ F_9$ ($= 3\ HF + 2\ Si\ F_3$*) oder Hydrofluorſilicſäure (oder „Kieſelfluorwaſſerſtoffſäure") 801, 816. 846 und Hydrofluorborſ. 1265, 1266; 2) HKy oder Blauſäure 334, 1303; Darſtellung zum pharmaceutiſchen Gebrauch 981; Verhalten 1018; zu HCh + HO, ſ. S. 762; Vorkommen 982 ff.; 3) HR Hydro-Rhodan oder Schwefelblau- oder Anthrazothion-Säure 965 ff., 969, 999, 1223, 1267, 1279. Ueber Kalin-Platin-Rhodanid 1280, Kalin-Rhodanid (oder Rhodan-Kalium) und das aus demſelben

*) Pierre's neueren Verſuchen zufolge ſcheint die Silicſäure nicht = SiO oder = $Si\ O_2$, ſondern, entſprechend der früheren Berzelius'ſchen Annahme, = $Si\ O_3$ ſtöchiometriſch zuſammengeſetzt zu ſeyn; vergleiche Pierre in den Annal. d. Chemie u. Pharmac. LXIX. 73—81.

und obige daraus dar-
erzielbare Kalin-Mellanid (oder Mellon-Kalium) und obige daraus dar-
ſtellbare Hydromellan- oder Mellanwaſſerſtoff-Säure, vergl. 966.
— Hinſichtlich der übrigen Hydrogen-Säuren findet man Näheres: für
Hydro-Guajacyl- und Guajacylicht-Säure S. 1001 ff.; -Indigſ.
1030, -Kalinſ. (fragliche) 845, -Salicylſ. 881, 1039, -Selenſ. 839,
-Tellurſ. 1757. Die Hinweiſungen in Beziehung auf übrige, im Vorher-
gehenden noch nicht namhaft gemachte, durch Oxygen geſäuerte Grundſtoffe
und zuſammengeſetzte Säure-Gründer, ſind angezeigt bei den Benennungen
der Säuregründer, zum Theil auch der Salzbildner.
w) In Betreff der fabrikmäßigen Darſtellungen unterworfenen ſog. orga-
niſchen Säuren: mit zuſammengeſetztem Säuregründer, nämlich der Wein-
ſäure 1312 ff., Citronſ. 1315, Eſſigſ. 813 und Succin- oder Börn-
ſtein-Säure (1044, 1603) iſt noch zu bemerken, daß auch die Benzoe-
ſäure im Großen, und nicht aus Benzoe, ſondern aus Hippurſäure durch
Sublimation ꝛc. gewonnen wird, vergl. S. 991, 1222, 1331. Hydroxal-
ſäure (u. Oxalſ.) 1268, 1319, 1359. Hinſichtlich der organiſchen und ihnen
ähnlich zuſammengeſetzten künſtlichen Säuren ſ. S. 328; ätherölige 1002 u.
1337, aus Aetherölen durch $Cr\,O_3$ entſtandene 1017; durch Gährung erzeugte
1541. 1554; leicht ſchimmelnde 1458; über Farbſäuren 1123. über Fett-
ſäuren, Gallen-*) und Harz-Säuren, ſ. 878 ff., 1045 ff., 1052,
1068 ff., 1080 ff. und 1119 ff. Neuere Verſuche haben gelehrt, daß Syl-
vinſ., Pininſ., Pimarſ. und Pyromarſ. iſomer ſind, ſ. 1120, 1129.
Die S. 1010 erwähnte Aniſinſäure iſt ſtöchiometriſch $= C_{16}\ H_7\ O_5$
+ HO. Eine von Darby im Fettöl des Senfs (insbeſondere des weißen)
aufgefundene, Erucaſäure genannte, iſt $= C_{44}\ H_{42}\ O_4$, in dieſer Hinſicht
der von Völkel unterſuchten Behenſäure (des Behen-Fettöl, in Moringa
oleifera Lam.) ſich nähernd, da dieſe Strecker's Berechnung gemäß (Annal.
d. Chem. u. Pharm. LXIV. 346 ff.) $= C_{44}\ H_{44}\ O_4$ erachtet werden; vergl.
Darby a. a. O. LXIX. 1—8. Eine in der Sumbulwurzel (ſogenannte
Moſchuswurzel) aufgefundene und nach derſelben Sumbulſäure genannte
Pflanzenſäure (vergl. Rieckher und Reinſch Verſ. a. a. O. LXVIII. 341)
ſtimmt weſentlich mit der Angelikaſäure überein 1347. Ueber die von
Poſſelt in Epheu-Saamen nachgewieſene, im Waſſer unlösliche, dem Wein-
geiſt zugängliche, aus Alkohol durch AeO fällbare, mit Baſen gallertförmige

Strecker's Unterſuchungen zufolge enthalten
*) Vergl. 111—118 und 1579. Strecker's Unterſuchungen zufolge enthalten
die Thier-Gallen meiſtens zwei verſchiedene Azot-haltige Säuren, von
denen aber die eine zugleich S-haltig iſt. Dieſer letztere Gehalt iſt bei der
Schweins-Galle ſonſt verſchwindend klein, beträgt hingegen in der S-hal-
tigen Schlangen-Gallenſäure (von Boa annoconda) 6,3 Proc. Die Säure der
Schweinsgalle, Hicholinſäure gen., iſt ſtöchiometriſch $= C_{54}\ H_{43}\ AO_{10}$, die
der Ochſengalle, die Cholſäure (1112 ff., 1151 und 1581) hingegen $= C_{52}$
$H_{43}\ AO_{12}$. Vergl. Annal. d. Chem. u. Pharm. LXV. 1—47 und 194 ff. Benſch
fand in der Schweinsgalle 0,3, in der Ochſengalle dagegen volle 3 Procent
Schwefel. Redtenbacher's fortgeſetzte Unterſuchung des Taurin (1110 ff.,
1580 ff.) lehrten, daß es, ſeinem chemiſchen Beſtande nach, dem ſauren
ſchweflichtſauren Aldehydammoniak gleichwerthig iſt, jedoch größere
Verdichtung darbietet, als dieſes Salz, das R. auch mittelſt SO_2 und in Al-
kohol gelöſtem Aldehydammoniak (852) künſtlich (kryſtalliniſch) darſtellte,
Annal. a. a. O. 37 ff. Als R. und Liebig eine dergleichen Aldehydammo-
niak-Löſung mit Carbon-Sulfid (878, 1894) verſetzten, ſonderte ſich in
ſehr glänzend weißen (mit etwas Alkohol abgewaſchen: reinen) Kryſtallen ein
neu gebildetes O-leeres Alkaloidul, das Carbothialdin ab, das im Waſſer
und kaltem AeO ſo gut wie unlöslich, in ſiedendem Alkohol leicht löslich und
daraus kryſtalliſirbar und entſtanden iſt, indem zu 1 Verhältnißgewicht Alde-
hydammoniak 1 CS_2 trat, während 2 HO ausgeſchieden wurden; $C_4\ A\ H_7\ O_2\ +$
$CS_2 - 2\ HO = C_5\ A\ H_5\ S_2$.

Salze gebende Heberinſäure, ſ. Annal. d. Chem. u. Pharm. LXIX. 62. Eine vom „Columbin“ (1171) weſentlich verſchiedene Säure fand Bödeker (Annal. d. Chem. u. Pharm. LXIX. 47 ff.) in der Columbowurzel vor; es iſt dieſe (in Aether lösliche) Columboſäure ſtöchiometriſch zuſammengeſetzt aus C_{42} H_{21} O_{11} + HO + Aq, während das Columbin = C_{42} H_{22} O_{14} und das neben beiden in derſ. Wurzel gegebene Berberin (1148 u. 1330) aus C_{42} H_{18} O 9 A + HO + Aq ſich zuſammengeſetzt zeigte; 2 Columbin + 1 A H_3 reichen hin, die zur Bildung von 1 Columbin + 1 Columboſ. + 1 Berberin und 8 HO erforderlichen C, H, O und A Mengen darzubieten; Annal. a. a. O. 53. — Die Columbowurzel entſtammt der Cocculus palmatus De Candolle (Menispermum Coccul. Linn.). In einer dieſer nahe verwandten Meniſpermee, in Anamirta Cocculus Weight et Arnot, deren Früchte die ſog. Kockelskörner ſind, kommen in ähnlicher Weiſe, wie in der Columbowurzel, 3 jenen entſprechende organiſche Erzeugniſſe: das Pikrotoxin 1206, die harzige, in Aether unlösliche Cocculinſäure oder „Unterpikrotoxinſäure“ und das Meniſpermin (a. a. O.) vor; Bödeker a. a. O. LXIX. 52. Das in der Amerikaniſchen Meniſpermee: Cissampelas Pareira Lam. vorkommende Peloſin (1210) beſteht, B. zufolge, ſtöchiometriſch aus C_{36} H_{21} AO_6; als Hydrat enthält es noch HO + 2 Aq. Das von Merck d. j. ohnlängſt im Opium aufgefundene vierte Alkaloid (S. 1190), das Papaverin ſchießt in farbloſen, ſpießigen Kryſtallen (geraden rhombiſchen Säulen) an, iſt in kaltem Weingeiſt und im kalten Aether ſchwer, im ſiedenden leicht löslich, bläuet Lackmusroth, färbt ſich dunkelblau durch Befeuchten mit waſſerarmer Schwefelſäure und beſteht ſtöchiometriſch aus C_{40} H_{21} AO_8. Als Fritſche in erwärmte verdünnte pharmaceutiſche Blauſäure (ſ. S. 981) Harmalin (1224) gebracht hatte, löste es ſich darin auf, indem es ſich mit HKy zu einem neuen, in kleinen rhombiſchen Tafeln anſchießendem Alkaloid, genannt: Hydrokyanharmalin (= C_{29} H_{15} A_3 O_2) verwandelte; Erdmann's und Marchand's Journ. f. prakt. Chem. XLII. 144 und XLIV. 370. Wurde dagegen Harmalin mit überſchüſſiger Azotſäure behandelt, ſo erhielt F. ein anderes, früher von ihm durch Chryſoharmin bezeichnetes, dann Nitroharmalidin genanntes Alkaloid, das in ſchön orangen mikroſkopiſchen Kryſtallen anſchießt, das Harmalin an Löslichkeit in Alkohol übertrifft, in kaltem Waſſer wenig, in ſiedendem Waſſer mehr löslich iſt, vom AeO nur in geringer Menge aufgenommen wird und mit Säuren gelbe Salze bildet; es iſt ſtöchiometriſch = C_{27} H_{13} A_3 O_6. Als Stenhouſe in ähnlicher Weiſe Caffeïn der Einwirkung der AO_5 ausſetzte, erhielt er eine von ihm „Nitrotheïn“ genannte Verbindung, die mit Ammoniak die Farbe des Murexyd (947. 1214) annahm; Rochleder's Verſuche beſtätigten dieſes Verhalten und ergaben zugleich, daß Ch-Gas in den dicken Brei des aus ſiedender wäſſeriger Löſung friſch entlaſſenen Caffeïn-Kryſtalle geleitet, eine Flüſſigkeit gewährt, die, mit gelöstem KOHO verſetzt, ſehr viel Ammoniak entwickelt und die, auf der Haut eingerieben, eine Purpurfärbung hervorbringt, ähnlich jener der Alloxan-Löſung (974 u. 1222). Im Paraguay-Thee fand R. das Caffeïn (wie im rohen Kaffee) an Kaffeegerbſäure (1183) gebunden. — Heintz, der ohnlängſt (Poggendorff's

---

*) Als Arpe reines Morphin mit überſchüſſiger Schwefelſäure behandelte, erhielt er eine weiße, von ſelber und bei Luftausſchluß ſich grünende, Sulphomorphid genannte Maſſe, die betrachtet werden kann als ſchwefelſaures Morphin, dem 2 HO entzogen worden; denn ſtöchiometriſch iſt es = C_{34} H_{18} A, O_8; unterwirft man Narkotin einer ähnlichen Behandlung mit verdünnter Schwefelſäure, ſo bildet ſich das Sulfonarkotid, d. i. eine amorphe, pulverige dunkelgrüne, in Alkohol lösliche Maſſe = ſchwefelſaurem Narkotin — 2 HO, nämlich = C_{46} H_{24} A SO_{16} zuſammengeſetzt iſt.

Annal. LXXIV. 125) das Kreatin (oben S. XXVIII) im Harne nachwies, fand dann auch, daß es möglich ſey: Kreatinin zu Kreatin zurückzubilden; Harnſtoff findet ſich, Millon zufolge, auch in der ſog. gläſernen Feuchtigkeit (Humor vitreus 1675) des Auges, was Wöhler beſtätigte, indem derſelbe zugleich daran erinnerte, daß, früheren Beobachtungen zufolge, Harnſtoff auch im ſog. Fruchtwaſſer vorkomme; Annal. d. Chem. u. Pharm. LXVI. 128. Beim Zerſetzen des Harnſtoff's durch Erhitzen hinterbleibt unter andern ein, von Wiedemann durch Biuret bezeichnetes, anſcheinend weder mit Säuren noch mit Salzgründern verbindungsfähiges, kryſtalliſirbares Erzeugniß, das, Liebig und Wöhler zufolge, ſtöchiometriſch = $C_4 H_5 A_3 O_4$ zuſammengeſetzt erſcheint. Hinſichtlich der übrigen ſog. indifferenten organiſchen Verbindungen" vergl. S. 1171.

r) Salze: Alaun, gemeiner = $KOSO_3 + (Al_2 O_3 + 3 SO_3) + 24 HO$, ſ. 643, 813, 821; künſtliche 905—906, natürliche (Römiſcher und Ungariſcher) 907; Reinigung derſ. 839, 900, 908, 1083, 1247. Alaune, von obigem verſchiedene: Ammon-, Chrom-, Eiſen- (Ammon- und Eiſen-Kali-) und Natron-Alaun 905, 906. Alaun gem. gebrannter 202; neutraler 906; -Erde der Geſteinforſcher 1558; -Mehl ſog. 1605. Steinalaun 906. Ammonoxyd-Azotat (ſonſt flammender Salpeter gen.) 803, 914, 1237, 1302 u. Kali-Tartrat 1314 (Tartarus solubil.) Baryn-Chlorid, ſonſt „ſalzſ. Schwererde" gen. (= $Ba Ch + 2 HO$) 841, 1132; $BaO + A$ 1238; $+ AO_5$ ſ. 914; $+ CO_2$ 833, 841, ſ. a. Witherit (oben S. 16) $+ SO_3$, ſ. Schwerſpath a. a. O. Bitterſalz = $MgO SO_3 + 7$ oder 51% HO (oder Engliſches-, Epſom-, Seidlitzer- und Seidſchützer-Salz) 167, 503. $PbO SO_3$ vortheilhafte Benutzung deſſelben 893. Bleizucker ($PbO A + 3 HO$) 344, 1088; baſiſcher: $3 PbO + 2 A$ (Bleieſſig) und $3 PbO + A$ zur Bleiweiß-Bereitung 1089; $6 PbO + A$ zur Bleipflaſter-Bereitung 1090. Blutlaugenſalz und Kyankalin, ſ. Kalineiſenkyanür und oben S. 41 und w. u. Borax aus Tinkal 359, 800, 802 und 892; aus vulkan. Borſäure und Natron 1242; gebrannter 1242. Borax als CO_2-Reiniger 801; als Schmelzmittel 865; Boraxweinſtein 1314. Brechweinſtein 1314. Chlorkalk oder „Bleichpulver" 795, 800, 802, 892. Cremor tartari solubilis 1314. Eiſen-Chlorür u. Chlorid 193, 203, -Oxyd ($Fe_2 O_3$) azotſ. + Alkali-Carbonat (Stahl's alkaliſche Eiſentinctur) 808, oxalſaures 507, ſchwefelſaures 643; waſſerſaures ſ. Ocher o. S. 34 (über Roſtflecken-Tilgung 808); -Oxydul, milchſ. 1318, ſchwefelſ. ($FeO SO_3 + 6 HO$), ſ. Eiſenvitriol oben S. 34 und 935; ſchweflichtſ. 1290, weinſ. 1314. Glauberſalz 205, 1242. Gold-Chlorid 1310, -Kyanür-Kyanid 1311; -Oxyd und Ammonoxyd (Knallgold) 1310, 1295, 1761. Gyps ($CaO SO_3 + 2 HO$) 206, gebrannter und todtgebrannter 1232; ſ. a. oben S. 15, 16 und Höllenſtein 807 (ungeſchmolzenes $AgO AO_5$, ſ. 337, 405, 793, 870, 908. Kali, alumſaures 808, 812; azotſ., ſ. Salpeter (oben S. 16 und 23). Pulverung und Reinigung deſſ. 526, 1831; Verpuffungen mittelſt deſſ. 433 ff.; carbonſaures (ol. Tartari per deliq.) 203; chlorſaures (und oxychlorſ.) 800, 801, 848; als ſog. „Zündſalz" 493; chromſ. und ſaures chromſ. (Kali-Bichromat) 454, 811, 819, 903 ff.; eſſigſ., ſonſt auch Terra foliata tartari gen. 526, 812 ff., 857 (als Harz-Auflöſer 1158) 1240; manganſ. (ſog. mineral. Chamäleon) 193, 809 und oxymanganſ. 903; oxalſ. neutrales 507, 508, ſaures (ſog. Sauerkleeſalz) 506, 1240 (doppeltſaures oder Kali-Quadrioxalat 904); ſchwefelſ. neutrales (ſonſt Tart. vitriolat. gen.) 904, 812; ſaures 930, 958, 1292; ſchweflichtſ. neutrales und ſaures 816 (unterſchweflichtſ. 930, 1248, 1275, 1288); ſilicſ., ſog. leichtlösliches Glas (Liquor silic.) 396, 408, ſ. Waſſerglas oben S. 34; ſtibſaures neu-

trales (Reag. auf Natron) und ſaures, ſonſt Antimonium diaphoreticum oblutum gen. = $KO + 2\ Sb\ O_5$ 850; weinſaures neutrales (ſonſt Tart. tartarisat. gen.) 812, 847, 1229; ſaures 1134 ff., ſ. a. Weinſtein oben S. 37. Kali-Natron, weinſ. (Seignette-Salz, auch als Flußmittel) 890. Kalin (K), Bromid, Darſtellung und Prüfung auf Reinheit 1264, Verhalten zur wäſſerigen Schwefelſäure 1267; Chlorid oder ſog. „ſalzſaures Kali“, ſonſt auch Digeſtivſalz gen. 833, ſ. a. Seifenfluß oben S. 31. Eiſenkyanür oder „Blutlaugenſalz“ (ſonſt als phlogiſtiſirtes Pflanzen-Laugenſalz bezeichnet), ſ. o. 44 u. 409, 875, 952, Verhalten deſſelben zu reguliniſchen Erzmetallen 957; -Eiſenkyanid 934, 953, 960, 1329; -Jodid, ſ. Bromid; -Kyanid (Kyan-Kalium, ſonſt blauſ. Kali gen.) 958, 967, 1309, 1717, 1806; -Oxycarbonid 506; -Platinchlorid 847, Löslichkeit deſſ. 1219; -Silicfluorid 1266, 1307; -Thionide od. -Sulfüre und Sulfide (Sulfurate) 455, 510, 815, 1275. Kalk, bleiſaurer 894, 1244; carbonſaurer baſiſcher (d. i. gebrannter, an der Luft gelöſchter) = $2\ CaO + CO_2 + HO$; ſalzſ. ſog., ſ. Calcin-Chlorid, S. 203; ſchwefelſ. ſ. Gyps; ſchweflichtſ. 930, 1248, 1288; oxalſ. 507, 1332, weinſ. 939, ſ. a. Weinſäure. Knall-Mercur (knallſ. Mercuroxyd) 491, 512 ff., 516; -Silber (AgO KyO) 823, Berthollet'ſches 1282. Kochſalz oder Na Ch 773, 788, 793, 882, ſ. a. Soole und Steinſalz; Vertreter deſſ. bei älteren Völkern 302. Kupferoxyd, azotſaures 1270; eſſigſ. 908, baſiſches oder Grünſpahn (oben S. 34), d. i. $CuO\ HO + CuOA + 5\ HO$; ſchwefelſ. oder Kupfervitriol a. a. O.; ſchweflichtſ. 1289. Laug- u. Laugerdmetall-Sulfurate (Sulfüre oder Thionüre und Sulfide oder Thionide) 455, 815 ff., 833, 1287; flüchtige (Ammon-Thionate) 170, 1287 oder ſog. Schwefellebern (der Apotheker), trockenen oder naſſen Weges bereitete: α) durch Schmelzung bereitete = z. B. 0,75 oder $3\ KS_5 + 0{,}25$ oder $KO\ SO_3$; β) mit ätzender KO HO oder NaO HO (oder Kalkmilch ꝛc.) bereitete = $2\ KS_5 + KOS_2\ O_2$; durch Glühen von $KOS\ O_3$ mit Kohle entſtandenes KS, d. i. die am meiſten baſiſche Verbindung des K mit S vergl. 510, 1275 und oben a. a. O. Magnesia carbonica (= $3\ MgO\ CO_2\ HO + MgO\ HO$) 945, 1219. Magnin-Chlorid (-Bromid- und Jodid) 1234. Magnit-Ammonoxyd, phosphorſaures (= $2\ MgO + AH_4\ O + P_2\ O_5$) 1219, 1239, 1290 und 1323; -Natron, carbonſ. 1309. Meerſalz 302, Frieſiſches 1568, Spaniſches, ſ. oben S. 29. Mercur-Amid-Chlorid (Mercur. praecipitat. alb. = $MrA\ H_2 + Mr\ Ch$) 337, 840; -Chlorid und Chlorür a. a. O.; -Oxyd, blauſ. ſog., d. i. Mercur-Kyanid 334, 873, 957, ſ. a. Hydrokyanſ.; baſiſches (MrO-haltiges) a. a. O. und 335; -Oxydul u. -Oxyd, azotſ. 1256, 1261, 1270, 1276, ſchwefelſ. und ſchweflichtſ. 1290. Natrin-Eiſenkyanür 956, -Kyanid 835; Sulfurate, ſ. oben. Natron, alumſ. 808, 944; azotſ. oder Rhomboidalſalpeter, ſ. Chile-Salpeter oben S. 23; häufig Mitbeſtandtheil des ſog. Mauerfraß 336; carbonſaures: α) anderthalb carbonſ. od. Trona = $NaO + 3\ CO_2 + 4\ HO$ S. 825; β) neutrales mancher Mineralquellen und mancher künſtlichen Soda = $NaO\ CO_2 + 8-10\ HO$ S 844, 855, 1238; γ) doppeltcarbonſ. (Bicarbonat) a. a. O.; als Hefe-Vertreter 1525; vermengt und nach Maaßgabe der Dauer der Luft-Berührung mit $NaO\ S_2\ O_2$ in mehreren künſtlichen Soda-Sorten 359, 825, 1064, 1229, 1243. Ueber Varec- (Wrack-) Soda 855, 908. Natron, eſſigſ. = $NaO\ A + 6\ HO$, ſonſt kryſtalliſirbare Blättererde gen. 851, 1245; phosphorſ. 1238; ſchwefelſ., ſ. Glauberſalz S. 1242; ſchweflichtſ. und unterſchweflichtſ. 1241, 1248, 1598; ſilicſ. ſ. Glas oben S. 33; weinſ. 1245. Opodeldock 1049, 1074. Phosphorſalz ſog. 1238. Pottaſche 841, 955, 1064, ſ. a. Kali, carbonſ. Platin-Chlo-

rib 1430; -Salmiak 897, 1280, Löslichkeit deſſelben 1290 ($AH_4 Ch + Pt Ch_2$ = Niederſchlag entſpricht 44.32% Pt; $100 KCh + PtCh_2$ = Niederſchlag enthält 19,33% KCh und 40.40 Pt.) Salmiak, Darſt. i. Gr. 1061, 1238, 1593, 1597; aus Torfruß 384; -Eiſen-haltiger 1266; -Geiſt (von 0,875 Eigeng. = 1 Maaß Waſſer + 670 M. AH_3-Gas); würfliger 913. Sauerkleeſalz 1240, Darſt. i. Gr. 506; doppeltſ. oder „Kali-Quadrioxalat" 904. Silber-Chlorid, Prüfung deſſ. auf AgBr u. AgJ 1265; -Oxyd, azotſ. ſ. Höllenſtein, azotichtſ. 1310; eſſigſ. 940; ſchwefelſ. 909. Soole 1067, Gradiren derſ. mit heißer Luft 385. Steinſalz 302. Weinſtein 1134 und oben S. 37. Wismuthoxyd, baſiſch azotſ. aus der ſauren azotſ. Auflöſung oder aus dem kryſtalliſirten azotſ. $Bi O_3$ gewonnen durch Zuſatz von Waſſer (oder aus der waſſerarmen azotſ. Auflöſung durch metalliſches Bi) = $BiO_3 + AO_5 + 2 HO$ (nach Dulk und Becker); friſch gefällt in durch Azotſ. angeſäuertem Waſſer ziemlich löslich 1165, 1273. Zinn-Chlorür 802; -Chlorid 1272.*) Zink-

*) Wird Zinn durch Azotſ. zu $Sn O_2$ oxydirt, ſo weicht dieſes, als Säure, weſentlich ab von jenem, ihm völlig iſomeren Oxyd, welches man durch Alkalien aus Zinnchlorid gefällt hatte; erſteres iſt z. B. in Azotſäure gänzlich unauflöslich, letzteres viel, AO_5 leicht auflöslich; erſteres nennt Fremy Metazinnſäure, letzteres hat die Benennung Zinnſäure behalten. Beide bilden mit KO und NaO, indem ſie ſich in deren Laugen auflöſen, lösliche Salze, jedoch iſt das metazinnſaure Natron in Waſſer kaum löslich. Aehnlich wie mit dem $Sn O_2$, verhält es ſich auch mit der $Sb O_5$; jene Stibſäure, welche man durch Ausfällen des Stibchlorid mit Waſſer, ſo wie auch durch Glühen des ſtibſauren Kali mit überſchüſſigem Kali, gibt mit Metalloxyden neutrale Salze, deren Formel = $Sb O_5 + 2 MO$ (Metalloxyd) iſt; ſaure, die = $Sb O_5 + MO + HO$ ſind; es iſt die Metaſtib- (oder Meta-Antimon-) Säure = $Sb O_5 + 4 HO$. Das metaſtibſaure Kali, über deſſ. neuere Bereitung S. 282 der Annal. d. Chem. et Pharm. LXVIII. Heft 3 zu vergleichen ſteht, iſt das oben gedachte Reag. auf Natron. Schwefelſtibſäure, ſonſt Spießglanz-Goldſchwefel gen., = $Sb S_5$ 934. Reines Stibſulfür ($Sb S_3$) entſprechend dem reinen (Arſen-freien) ſog. rohen Spießglanz (Antimonium crudum) erhält man durch Zuſammenſchmelzen von reinem Stib mit reinem Schwefel, der ſog. Mineralkermes iſt, überſaures ſtibſulfürſaures Schwefelnatrin; in Spießglanzſafran (Crocus metallor.) iſt ſtibſulfurſ. Stiboxyd = $Sb O_3 + 2 Sb_2 S_3$; im ſog. Spießglanzglas iſt Stibſulfür mit viel (mehr oder weniger) Stiboxyd. letzteres ſelbſt führt aber dieſe ſeine Benennung, ſo fern es als „Salzgründer" in einer Verbindung zugegen iſt (z. B. in Brechweinſtein oben S. 45), als Salzzeuger hingegen wird es als Stibichtſäure ($SB_2 O_3$) betrachtet. Dieſe gibt mit 3 HCh das Stibchlorür ($Sb Ch_3$), das mit überſchüſſiger HCh verbunden theils eine flüſſige (Spießglanz-Oel genannte Verbindung), theils kryſtalliniſch erſtarrende (Spießglanz-Butter) gewährt 850, 558, 873. Trocknen Weges, durch Verbrennen von Sb bereitet, erſcheint die $Sb O_3$ kryſtalliniſch (Flores antimonii) a. a. O. Die ſog. Spießglanzſchwefelleber (Hepar antimonii) erhält man, wenn man gleiche Theile für ſich gepulverten rohen Spießglanzes und ebenſo behandelten Salpeter wohl mengt, das Gemenge in kleinen Antheilen nach und nach in einen glühenden Schmelztiegel bringt; man hat dann, nach beendeter Verpuffung des letzten Antheils, eine rothbraune, an der Luft feucht werdende und daher in ein Glasgefäß wohl zu verſchließende rothbraune Maſſe, deren obere (leichtere) Schicht ein Gemenge von Stibſulfid-haltigem Kalinſulfurat ſammt Kali-Sulfat darbietet, während die untere Lage Stiboxyd-haltiges Stibſulfür darſtellt. Kleine Gaben der Geſammtmaſſe erregen, innerlich genommen, heftiges Erbrechen u. Abführen. Wird ſie, friſch gepulvert, mit ſiedendem Waſſer vollſtändig ausgewaſchen, ſo hinterbleibt Croc. metallor. Ullgren zufolge ſcheidet man in Hydrochlorſäure aufgelöſtes Arſen-haltiges Stib zuvörderſt, indem man durch Zuſatz von Ch oder von unterchlorichtſ. Alkali das As in $As_2 O_5$ verwandelt, dann viel in

Chlorid 1306; -Oxyd, Salze deſſelben 788 ff.; ſchwefelſaures als Nebenerzeugniß 935. Ueber Ausdrücke wie Azotane, Sulphane, Sulphine ꝛc. ſ. 930. — Mineralwäſſer 93, 1368, 1390, 1396, 1574; Beſtimmung ihrer Carbonſäure 1237; in denſelben in neuerer Zeit entdeckte Stoffe (Sn As etc.) 1848; organiſche Stoffe derſ. (Baregin u. Doninähnliche) 1575 und 1102, 1352. — Ueber ſogenannte künſtliche Vulcane, ſ. S. 807.

y) Zuſatz zu Hydrogenhyperoxyd od. oxydirtes Waſſer; Benutzung deſſelben zur Gemälde-Reinigung ꝛc. und vortheilhafteſte Darſtellung deſſelben 821 u. 1288. Höher oxydirtes, muthmaßlich ein Mitbeſtandtheil des Ozon 1295 ff. Erzeugung des Ozon mittelſt der Elektriſirmaſchine 811, 948 ff., durch Manganſäure-Zerſetzung, Oxydation des Phosphor in der atmoſphäriſchen Luft ꝛc. und Verhalten deſſ. 1295 ff., 1559, 1571, 1748, 1775. Verhindern ſeiner Entſtehung 1297. β) Schießbaumwolle, oben S. 32, benutzt zur Darſtellung des Collodion. Es werden zuvörderſt 10 Unzen trocknen gepulverten Salpeters, durch Umrühren in 15 Unzen waſſerarme, rauchende Schwefelſäure (Vitriolöl) gelöst; man taucht dann trockne Baumwolle ſo hinein, daß ſie durchgängig und überall gefeuchtet wird, nimmt ſie nach 1/4 bis 1/2 Stunde heraus, wirft ſie in eine verhältlich große Menge Waſſer, rührt ſie darin um, gießt es nach einiger Zeit ab und erneuert es und bringt die alſo ausgewaſchene Baumwolle ſchließlich in eine ſehr ſchwache Löſung von Natron-Carbonat, preßt ſie hierauf ſtark zwiſchen Papier aus und trocknet ſie bei einer 70° C = 56° R. nicht überſteigenden Luftwärme. Alſo getrocknet bringt man ſie in das Zwanzigfache ihres Gewichtes gewöhnlichen Aethers, dem man noch 1 Gewichtstheil Alkohol von 90 Procent beimiſcht und ſchüttelt das Ganze; war die Schießbaumwolle frei von unveränderter Baumwolle, ſo zeigt die hiedurch gewonnene wenig trübe Löſung keine Klumpen, läßt ſich mit Weingeiſt ungetrübt vermiſchen, wird hingegen von einer hinreichenden Menge Waſſer ausgefällt und gibt nun, getrocknet und wie bemerkt, mit Alkohol-haltigem Aether behandelt, auf's Neue eine Löſung, welche die erſtere an Klarheit übertrifft und gleich jener ein ſehr brauchbares Collodion darſtellt, das, feuchtete man Leinwand-Streifen damit, dieſe in den Stand ſetzt, jedes Heftpflaſter an Brauchbarkeit zu übertreffen, weil es, nach der Trocknung, vom Waſſer nicht angegriffen wird und daher z. B. (bei Wunden ꝛc.) naſſe Ueberſchläge geſtattet. Damit gefeuchtete und dann getrocknete Leinwand, bedarf nur der Anfeuchtung mit Aether-Alkohol, um gleich der mit Collodion friſch gefeuchteten ſofort verwendet werden zu können. Gruel benutzte das Collodion mittelſt Glaskolben *) zur Fertigung

---

Waſſer gelöste Weinſäure zuſetzt, der man ein lösliches Magnit-Salz u. endlich Ueberſättigung mit Ammoniak folgen läßt; es ſchlägt ſich baſiſch arſenſaurer Ammonoxyd-Magnit nieder (das man mit wäſſerigem Ammoniak auswäſcht); die hiebei verbleibende geſammte Flüſſigkeit enthält nur aufgelöstes Stib. Wird dann der Niederſchlag in Azotſäure aufgelöst, die Auflöſung im Platintigel zur Trockne abgedampft, hierauf eine gewogene Menge Magnesia usta zugeſetzt, die zuvor mit etwas Waſſer zum Brei angerührt worden, zur Trockne gebracht und geglüht, ſo verbleibt 2 Mg O + $As_2 O_5$, von dem 100 Theile 73,593 $As_2 O_5$ oder 48,018 entſprechen und von der $As_2 O_5$ wird dabei nichts zu As reducirt.

*) Man verdünnt das Collodion mit etwas Alkohol (um zu ſchnelles Trocknen zu verhüten), ſchwenkt damit den Glaskolben aus, ſo daß deſſen geſammte Innen-Oberfläche daran überall genäßt wird, läßt das Ueberflüſſige ablaufen, befördert die Verdampfung des Aether-Alkohol mittelſt eines Blaſebalgs, indem man möglichſt trockne Luft in den Kolben treibt, löst nach der Trocknung den Collodion-Ueberzug vom Kolbenrande ab und treibt nun entweder einen am Ende mit Kautſchuck verſehenen Glasſtab, oder mittelſt eines Blaſebalgs Luft

kleiner (mit H-Gas gefüllter) Luftballons; Poggendorff's Ann. LXXV. 333. Daß das Collodion auch als Firniß, ſo wie als Mittel, das Leder, leinene od. baumwollene Fußbekleidungen ꝛc. waſſerdicht zu machen, dienen kann, ſteht nicht zu bezweifeln; auch dürfte es, ohne Einbuße ſeiner Eigenſchaften, leicht farbig herzuſtellen ſeyn; es erinnert übrigens, in ſeinem erwähnten Verhalten, an das Xyloidin 1282, 1298, 1301, 1354, 1640. 1830; über deſſen Beſtandtheile, ſ. 1355. — Hinſichtlich der mittelſt gepaarter Säuren (1324) zu bildenden Salze ſteht zu bemerken, daß der Paarling (wenn er nicht ſelbſt eine Säure, d. h. alſo die Verbindung keine Doppelſäure [816] iſt) das Sättigungs-Vermögen der ihn aufnehmenden Säure vermindert. Coccusſchwefelſäure 1325. Leucinſalpeterſäure 1390. Indigſchwefelſäure und Indigunterſchwefelſäure 1323. Schwefelazotſäuren 1290—1294 ff. (Sulfazinſ., Sulfazotinſ., Sulfazotinichtſ., Metaſulfazotinſ., Sulfammonſ., Sulfamidinſ., Metaſulfammonſ.) Verhalten des Galläpfel-Aufguß zu Erzmetall-Auflöſungen 1294 ff. Ueber verſchiedene, im Vorhergehenden noch nicht erwähnte Salze, vergl. S. 897—906.

4) Ergänzendes aus der „reinen" Chemie.

a) Zuſammengeſetzte Salzbildner. α) unentzündliche: 1) Fluorboran oder Fluorbor (Borfluorid) 1265; 2) Fluorſilican oder Fluorſilic (Silicfluorid) 846; β) entzündliche: 1) Indigan (Indig oder Indigblau) 1022. 2) Iſan oder Iſatin 1031; Chloriſan od. Chloriſation 1033, Iſatid und Sulf-Iſatin 1037. 3) Kyan 847; Ammonkyan oder Ammonkyanid 986 (-Kalin- ꝛc. Kyanid, ſ. oben S. LIV); Chlorkyan 874. 4) Kyanferran oder Eiſenkyan und 5) Ferrankyan oder Ferrokyan 875, ſ. auch Kalineiſen-Kyanid und -Kyanür. 6) Mellan 966, 970; Ammon-Mellan 979; Kalin-Mellan oder -Mellanid, ſ. Hydromellanſ. Amelid und Melamin, 2 Salzgründer 971. Amelid 972. Mercaptan oder Mercapt 882. 8) Oxycarban oder Oxycarbon 873. 9) Oxyuran a. a. O. 10) Rhodan (Anthrathion, Schwefelblauſtoff, Sulfkyan, Sulphon) 965, 999, 1213, 1224. 11) Sulfmellan, als Säurer des H in Schwefelmellanwaſſerſtoffſäure 968. 12) Xanthan od. Schwefelrhodan (Ueberſchwefelblauſtoff) 1267, 1279. — Ueber Salze der Salzbildner überhaupt, ſ. a. 202, 893, 1234, 1329 und 1723.

b) Weder ſäuernde noch ſäuerbare, noch Metalle darſtellende Hydrogen-Metalle und Salzbildner-Azotate: Azot-Bromid (u. Jodid) 837, 854; -Chlorid a. a. O. und 1334; Phosphor-Azotür u. Azotid 853 ff.; Schwefel-Azotür 854; Azot-Hydrogenate: Azot-Hydrogenül oder „Amidogen" (oder Subamid) 837, 840, 876; -Hydrogenür oder „Amid" a. a. O. u. w. u.; -Hydrogenid oder „Ammoniak" 172, 912. 928, 974, 1078, 1087, 1555; gaſiges 587, tropfbares 587 und Schwefelſäure 1294; und Waſſer zu „Ammonoxyd" (der atm. Luft 157) 1078, 1087 und deſſen Hy rat (oder Liquor ammonii caustici, od. „ätzender Salmiakgeiſt" 876). Ammonoxyd-Salze, ſ. d. Regiſter 1924 ff. Uebergang des Ammonoxyd zu Azot-haltigen Bildungstheilen (Azotiden) der Pflanzen 912, 1414; zu Azotſ. 1086 ff., 1414 und Erzeugung des Ammoniak aus Azotſ. 1297; mittelſt Alkohol und Schwefelſäure (aus Salpeter) 1297; aus A- + H-Gas mittelſt Pt a. a. O.

c) Salzbildner mit Salzbildnern und mit H, ohne dieſes zu ſäuern: Arſen-Bromür, -Chlorür-Fluorür und Jodür 837; -Hydrogenür

---

zwiſchen Ballon und Glasfläche, da ſich dann erſterer vom Glaſe leicht ablöst und herausziehen läßt. Dergleichen ſehr elaſtiſche Ballons ſind gemeinhin ſehr elektriſch und bleiben es auch längere Zeit hindurch, geben jedoch, gegen Wolle gerieben, keine auffallend merkliche Reibungs-Elektriſirungen.

und -Hydrogenid (Hydrür und Hydrid) 521, 834 und 1238; -Phosphorate und -Selenate, ſ. P und Se; -Sulfurate 832, 934, 946, 1027, 1255 u. 1278. — Brom- und Jod-Chlorüre und Chloride (oder Chlorate) 204, 837. Phosphor-Bromür und Bromid (ſo wie -Jodür und Jodid) 837, 854; -Chlorür und Chlorid 846; -Hydrogenür und Hydrogenid 502, 519, 521, 523, 826, 834, 836. Schwefel-Phosphor u. Phosphor-Schwefel 501, 855. Schwefel-Bromür, -Chlorür und -Jodür 836 ff., 853—854; -Hydrogenür 823. Selen-Bromür, -Chlorür und -Jodür 837. (Selenaldin, ein Salzgründer 1399.) Tellur-Chlorür und -Chlorid 837 und 840; -Hydrogenür 1757. Ueber Metall-Selenate und Tellurate (Tellurete) 1278.

d) Metalle mit Metallen, Metallmittlern, Metallzeugern und Salzbildnern:*) Ag-Fluorid 846; -Goldplatin 404; weitere Legirungen 404. Al-Amalgam 1772, -Chlorid 826, 945. Am (Ammon) -Amalgam 859 ff., 869; -Chlorid, -Kyanid 970, -Zinnchlorid 1311, -Zinkchlorid 883, ſ. a. oben S. LV. Au-Chlorid 796, 898 (mit Se O_3 bereitetes Goldſcheide- od. ſog. Königs-Waſſer 838), -Legirungen 401, 404, 870. Ba-Amalg. 861, -Fluorid und Silicfluorid 822, 827; -Phosphorate und Sulfurate 204, 1233, 1304. Be ſ. oben S. XXVII, von Al O_3 durch SO_2 zu ſcheiden 1288. Bi-Hydrid 518, -Hyperoxyd 882, Oxyd, azotſ. neutr. u. baſiſches 1165, 1289, ſ. a. oben S. LV; -Säure 882. Ca-Amalg. 861, -Jodid 202. Cd-Oxyd 1273 ff. Ce oben S. XXVII. Co-Oxydul und Schweflichtſäure 1288, ſ. a. w. u. Ni. Cr-Hyperchlorid 814. Cu-Azotür 1282, -Auflöſungs-Förderung 1777, -Hydrid 518, 789; -Jodür 908, -Legirungen ſ. Ag, Au, Ni und Sn. Di und Eb o. S. XXVII. Fe-Amalg. 861; Arſenate 818. Jr-Chlorid 271, 870. K-Amalg. 861, -Hydrid 845, -Hyperoxyd 1229, -Oxycarbon 506, -Silicfluorid 1307. L-Oxyd oder Lithion: daſſelbe von Sr zu ſondern und zu unterſcheiden 1682; Salze deſſ. 123, 793, 855 und 1248. La o. S. XXVII. Mg-Bromid, Chlorid und Jodid 1234; Oxyd oder Magnit 434, azotſ. 1233, phosphorſ. 835, 1250, und Copaivabalſam 1121; unterchlorichtſ. 945, valerianſ. 878; von Ca O zu ſcheiden 1389. Mn-Chlorid 643, 797, 811, 949; -Hyperoxyd und AO_3 ſ. S. 1301, und SO_2 S. 1288; -Säuren 811, 903, 949, 1054. Uebermanganſ. (Oxymanganſ.) 903, 949; und AO_2-Gas 900; Vorkommen des Mn im Blut und in Molluſken 1848 ff. Mr-Azotür 1282, -Oxydate und deren Salze 321, 814, 872; Reinigung deſſ. 192, 864. Na-Amalg. 861; -Chlorid und Erzmetallchloride 1311; -Oxyd oder Natron (üb. deſſen Salze vergl. d. Regiſter 1991), Erkennung deſſ. durch Gegenwirker 1248, 1615; ſ. a. oben S. LIV. Ni-Hyperoxyd 892; -Legirungen mit Co, Cu, Pt, Sn und Zn 868 und o. S. XLVIII); -Oxyd, entflammbares 436, Salze deſſ. 1270, 1275, 1286; Vorkommen in Pflanzen 1848. Nb ſ. oben S. XXVII. Os-Chlorid u. -Säuren 1272 ff. Pb-Chlorid 321, -Legirungen mit Bi, Pt, Sb, Sn ꝛc. 361 und 370, 557, 559, 868 ff.; -Oxydate ſ. oben S. XLIX; -Oxyd, elainſ. und margarinſ. (Bleipflaſter), naſſen Weges bereitet 1090; Oxyd-Salze ſ. oben S. LIII und Regiſter 1933. Pd 1271, Fällung deſſ. durch Sn Ch 1867, Legirungen deſſ. 435, 857, 867, 1867; und Kohle 849. Pt-Amalg. 194, 869, 1720. Amidul (ein Salzgründer) 1281 ff. Auflöſungs-Förderung durch andere Erzmetalle, ſ. oben Ag und 405, 860, 1777; -Azotür 1282, -Chlorid 847 ff., gegenwirkend auf AmO, KO und Weinſäure

*) Ueber das Verhalten der Auflöſungen der einzelnen Metalle zu Gegenwirkern, ſ. S. 1268—1273, 1274—1279, 1285—1287, 1287—1294 und 1295—1296. Hinſichtlich der übrigen chemiſchen Verhalten der einzelnen Metalle iſt, außer der bei jedem bemerkten Seitenzahl ſtets vorausgeſetzt, daß man oben S. XLVIII—LI und LIII ff. vergleicht. Die Amalgame der Metalle findet man meiſtens S. 193, Ausnahmen ſind bei denen ſie betreffenden einzelnen Metallen bemerkt.

a. a. O.; =Chlorür als Salzgründer 1281 (und Feuer 1431), =Erglühungen 1658, =Hyperoxyd 1757, =Legirungen 404, 435. 849, 867, 1004, ſ. a. Ag, Ni und Pb; =Mohr oder =Schwarz 461, 844, 846, 848 ff., 1281; =Oxyd 434, mittelſt galvaniſcher Verbrennung entſtanden 1771; =Salmiak 847 ff. (Lösſlichkeit deſſ. 1219); und Eiſen 849; Stahl 848 und Siliciſ. 849; u. Schwefel 828, Zerſplittern deſſelben 1783. R 1271, Auflöſungs=Vermittelung deſſelben durch Bi, Cu oder Pt 405, 871. Ru=Säuren 1271. Sb=Chlorate 796, 883; =Flecken, verſchieden von As=Flecken 1254 ff.; =Hydrid a. a. O. und 518, 833; Selbſterglühen ſeines ſog. Oxyds (ſo wie einiger anderer Metalloxydate) 1658, 1832 und Cu 868. Sh (od. W) goldfarbenes 819, Oxydate, Säure und Salze deſſ. 818 ff. Sn=Hydrid, fragliches 518, =Legirungen 868 und v. S. LVIII ff.; Oxydate, Oxydul= und Oxyd=Salze und Säuren deſſ. 884, 1235 und oben S. L. Verſchieden von der eigentlichen, durch Alkalien aus Zinnchlorid=Löſung niedergeſchlagenen, auflöslichen Zinnſäure, iſt die: Metazinnſäure genannte, durch Oxydation des Sn mittelſt ſtarker Azotſäure entſtandene 1027; beide bilden mit Alkalien und durch Wechſelzerſetzung auch mit den übrigen metalliſchen Salzgründern Salze; bei ihren Verbindungen mit pflanzlichen und thierlichen Farbſtoffen, ſcheinen dieſe hauptſächlich als Salzgründer, zum Theil aber auch als desoxydirende H=Träger gegenzuwirken; oben S. LV. Sr=Amalgam 861; =Oxyd oder Strontit (Strontianerde) 448, 1218; chromſ. (ſ. a. Lithion) u. w. Salze 1248. Ta=Oxyd und Säure 518, 818, 820, 1268 und 1334. Tb und Th ſ. oben S. XXVII. Ti=Säure 817, 884; Scheidung derſ. von Alumoxyd 1253; Vorkommen 818, ob in Pflanzen? a. a. O. U=Oxyd 818, 883 und Schwefelichtſ. 1288; =Säure und Doppelſ. 821, 1324. Y 941. Zn=Amalg. 192, 194, 1787 u. Schwefel 1276; =Oxyd, Salze deſſ 788, milchſaures 936, 940 1543. Zr=Erde 1253. — Ueber verſchiedene hieher gehörige Metallſalze 897—906. Ueber alkaliſch gegenwirkende erzmetalliſche Mannit= und Milchzucker=Verbindungen 1089.

e) Zuſammengeſetzte Brenngeiſt= und Säure=Gründer oder zuſammengeſetzte Radicale.*) Zu bemerken iſt hiebei α) daß Berzelius

---

*) Was von denen zuvor, unter 4) a, b und c ſich als Säuregründer für Oxygenſäuren zu bethätigen vermag, iſt im Nachfolgenden mit aufgenommen worden. — Laurent u. Gerhardt, die Ammonoxyd=Salze der zuſammengeſetzten Salzgründer enthaltenden Säuren, zumal der organiſchen, als Ammoniak=Salze betrachtend, übertragen jenes HO, welches das Ammoniak (AH_3) in $AH_4 + O$, d. i. in Ammonoxyd verwandelt, an die Säure u. indem ſie dann die Waſſer=Bildungen und Entlaſſungen ſolchen Waſſers aus dergleichen Säuren verfolgen, kommen ſie zu Erzeugniſſen, die dem weiteren Verfolg der Amid=Bildungen entſprechen. So iſt ihnen z. B. das, zu Gunſten dieſer Verfolge doppelt in Anſatz genommene neutrale oxalſaure Ammonoxyd nicht $= 2\,AH_4\,O + 2\,C_2\,O_3$, ſondern $= A_2\,H_6 + C_4\,H_2\,O_8$ und das ſaure $= AH_3 + C_4\,H_2\,O_8$; das erſtere dieſer Salze — 4 HO gibt das Diamid $= C_4\,H_4\,A_2\,O_4$ u. — 8 HO hinterläßt es $2\,Ky = C_4\,A_2$ (oxalſ. Ammonoxyd, trocken deſtillirt, gewährt viel Kyan, das ſich mit dem mit überdeſtillirtem Waſſer wieder zu dem vorigen Salze verbindet; das ſaure Salz — 2 HO gibt die Amidſäure, weniger 4 HO das Imid, das jedoch vom Oxamid nicht, wohl aber vom Succinamid, nachgewieſen worden. Wird bei dergleichen zuſammengeſetzten Ammoniakſalzen das Ammoniak durch Anilin ($= C_{12}\,H_7\,A$, ſ. S. 1398; — H_2 = Azobenzid 993) vertreten, ſo führen die in ſolchen Salzen bewirkten Waſſerbildungen zu Erzeugniſſen, deren Salzgründer=Vertreter zu der (mehr oder weniger desoxydirten) Säure ſich ähnlich verhält, wie das Amid, Diamid, Imid und die Amidſäure zu dem Anilin=Salz (über den Salzgründer Anilin oder Benzidam [Azobenzid] 1008); ſo z. B. gibt das dem Oxamid (1137) entſprechende, aus oxalſ. Anilin durch Erhitzen gewonnene Oxanilid ſolchen Weges die der Oxaminſäure od. dem Oxamethan (1044, 1137) entſprechende Oxanilſäure = ſaures oxalſ. Anilin — 2 HO, d. i. $= C_{16}\,H_7\,AO_6$; auch mittelbares Einwirken waſſerfreier Säuren auf Anilin läßt ver=

den zuſammengeſetzten Salzbildnern die Endſylbe an und den zuſammengeſetzten Säuregründern yl ertheilte, während on hiebei eintretende A- oder O-Vertretungen durch S bezeichnen könnte (vergleiche S. 1223 ff.) und β) daß auch mehrere der zuvor (unter 4) a, b und c aufgeführten Grundſtoffverbindungen ſich zugleich auch wie Säuregründer verhalten, weßhalb ſie im Nachfolgenden mit aufgeführt wurden, jedoch ohne die Seiten-Zahl zu bemerken: Acetyl 851, 867, 876; + HO_2 = „Aldehyd" 852, 1079; Aldehyd-Ammoniak, Chlor-Aldehyd (hydrochlorſ. oder Chlor-Aldehyn), ſog. „Holländiſche Flüſſigkeit" 852 ff. „Chloral" 796, 853. „Acetyl-Chlorid" und „-Chlorür" 851, -Oxydul u. -Oxyd 851, eſſigſ. 1079; -Oxydul-Hydrat 852, -Säure, ſiehe Eſſigſäure oben S. LI). Aethyl 876, 1169; -Chlorid und -Chlorür 850; -Oxyd (Aether) 119, 863, 950 und Säuren, ſ. Regiſter S. 1922; -Dithionſäure 1136 und -Platinchlorür 1430, 1807. Allyl 1342. Amidyl (Amidogen oder Subamid = AH_2) 1331; + H = Amid 840. Amyl 840, 876, 902. Bildung deſſ. 1493 ff. Amyl-Oxyd (Amyl-Aether) und weitere Verbindungen 1225, 1494; Verhalten zu Sn Ch 1090. Benzol ($C_{12}\ H_6$) 988, 992, 1007; *) -Chlorid oder „Chlorbenzin" 992; Nitro-Benzol 995. Benzol + HO_2 = Karbolſäure oder „Phenol" 1003. Benzoyl, Bz, ($C_{14}\ H_5\ O_2$ **) 881, 993, 994, 1331 (Benzoyl-Reihe 1262); -Azotür od. Benzoatil (Benzonitril, Nitrobenzyl) = Bz + A 993, 995; -Kyanür od. Kyan-Benzoyl = Bz + Ky und Thionür oder Schwefel-Benzoyl = Bz + S 989 und a. a. O. Benzoyl-Säure oder Benzoeſäure 990 ff., 1262, 1320 und oben S. LI. Benzoyl-Waſſerſtoff oder Benzoyl-Hydrür, d. i. Hydrokyanſäure = HKy freies „Bittermandelöl" 199, 881, 987, 1090 und 1262; als Salzgründer: 993; über den Duft deſſelben, der auch beim Zerſetzen der Bildungstheile der Familie der Laurineen merklich wird und in lebenden Thieren wieder erzeugbar iſt 985. Benzyl ($C_{28}\ H_{11}\ O_4$; + O und HO = Benzylſäure, ein Gegenwirker für Azotſäure 997). Folgende Verbindungen gehören zu einer von den drei letzt genannten Säuregründern, zu Benzol, oder zu Benzoyl oder zu Benzyl: Amidobenzoeſäure oder Benzamidſ. 1331. Azotobenzoid 989, 996. Benz-Amid 989, 992—994. Benzen = BzH 928. -Thionür 989. Benz-Hydramid a. a. O. und 995. Benzin 881, 929, 990 ff. Benzoin 928, 988, -Amid 995. Benzon oder „Carbobenzid" 993. Benzonitril 993. Chlor-Benzin 992. Formobenzoeſäure 994. Harnbenzoeſäure 991 = Benzoeſäure + $C_4\ H_7\ AO_3$, ſ. auch Hippurſäure, oben S. LI. Hydrobenzamid, iſomer dem Benzhydramid 989, 994 ff. Mandelſäure (formylſaures Bittermandelöl = $C_{14}\ H_6\ O_2 + C_2\ HO_3$) 986. Nitrobenzid 1007. Nitrobenzilſäure od. „Nitroſtilbenſäure" 988. — Benzoeazotſäure und Benzoeſchwefelſäure 993. Sulfobenzid-Unterſchwefelſäure 992. (Da hier der Paarling nicht ſelbſt eine Säure iſt, ſo iſt auch das Sättigungs-Vermögen dieſer Säure geringer, als das der $S_2\ O_5$. Camphoyl $= C_{10}\ H_7$ gibt mit H jenes Oel, welches aus „Borneo-Camphor" ($= C_{10}\ H_9O$) ſich entwickelt, wenn derſelbe mit PO_5 erwärmt wird, die dann $= PO_5 + HO$ iſt; kommt im natürlichen, den rohen Camphor begleitenden, Terpentin-ähnlich riechendem Oele ebenfalls vor u. iſt $= C_{10}\ H_8$, während es mit HO vereint, alſo $= C_{10}\ H_8O$, den „Japan-Camphor" darſtellt 804; ***) 2 Japancamphor =

---

gleichen Erzeugniſſe hervorgehen; vergl. Ann. d. Chem. u. Pharm. LXVIII. 15 ff. Ueber Anthranilſäure oder „Carbonilſäure", iſomer dem Salicyl-Amid 1004 und 1031; das Oxanin als „Oxycarbon-Ammoniak" 1239.

*) Bei einem Barometerſtande von 760 mm und 80°,4 C Fühlwärme ſiedet Alkohol von 0,825 und ebenſo auch Benzol.

**) Andere erachten das Bz zweiſtoffig, nämlich = $C_{14}\ H_5$.

***) Wenn Camphor mit rauchender Azotſäure das ſogenannte Camphoröl (a. a. O.), mit mehr gewäſſerter Azotſ. erwärmt, geht dagegen Borneo in

Cariophyllin ($= C_{20} H_{16} O_2$) 881, 1054; — H_4 und dagegen $+ O_2 =$ Eugenin ($C_{20} H_{12} O_4$) 1011.*) Chinyl $= C_7 H_5 O_2$ fraglicher Säuregründer der Chinaſäure ($= C_7 H_5 O_5$ 1207) 1213. Cinnamyl (oder „Metacinnameïn", Cinnameïn $C_{14} H_7 O_2$) $C_{18} H_6 O_2$; -Hydrür $= C_{18} H_7 O_2$ 1005; -Säure-Hydrür $+ O + HO$ 1007. (Ueber Peruvin 1007.) Cumaryl, iſomer dem Cinnamyl $+ O_2 =$ Cumaran 1330; „Cumarſäure" $=$ Cumarin od. Tonkin $+ H + O$ 1331.**) Dekaberyl 1599 ff.; Dekapentyl (und Jſodekateſſeryl) 1600. Elayl $= C H$ 878 (2 Elayl $=$ Diteryl und 3 Elayl $=$ Triyl 596.) Elayl-Chlorür 850 ff.; -Chlorid 848; Platin-Elayl $= Pt + 2 El$ a. a. O. Formyl $C_2 H$ ſ. 851, 878; -Chlorid od. Chloroform 853, 1320; -Säure od. Ameiſenſäure 996, 1001. Glycyl $+ O_2 + HO =$ Glycerin 878. Glycyl- od. Lipyloxyd 1227.***) Guajacyl $= C_{14} H_6 O_4$ (?); Hydroguajacylſ. und Hydroguajacylichtſ. 1002.†) Kakodyl 1174 ff. Kyan oben S. XLIX; -Säure 971, 1323 (Knallſ. 1377; Kyanürſ. und Kyanylſ. 970—972, 975). Methyl 851, 877, 1605, -Fluorür a. a. O; -Oxyd 851, 1003, 1319. azotſaures (unter Verbrennung verknallendes) 1320; benzoeſ. a. a. O. u. 1009; eſſigſ. 1320, 1605; formylſ. od. Methyal u. oxalſ. a. a. O.; ſalicylſ. (od. Gautheriaſäure) 1003; ſchwefelſ. neutrales und ſaures 1319 ff. (Doppelſalze des erſteren 1320); waſſerſ. od. Methyloxyd-Hydrat, d. i. „Holzgeiſt" od. „Holz-Alkohol" 851, 926, 1003, Zerſetzung deſſelben unter Formylſäure-Bildung 1319. Oxycarbon (Cc) oben S. 873; 2 Oc $+ O =$ Oxalſäure 506 ff.; 3 Oc $+ O =$ Meſoxalſ. 976, 978; 3 Oc $+ O_2 =$ Rhodizoeſäure 506; Oxycarbonyl ($Ocb = C_2 O$) 2 Ocb $+ O + HO =$ Mellithſäure 978, 1318; 3 Oc $+$ Ocb $=$ Krokonſäure 506 ff., 776, 873; 4 Ocb $+ AH =$ Paramid 979; 6 Ocb $+ A =$ Euchronſäure 979, 1123. — Phenyl ($C_{12} H_5$) 881; $+ O + HO =$ Phenyloxyd-Hydrat

Japan-Camphor über, indem ſich 1 O der Säure mit 1 H des Camphor zu HO verbindet. Ueber Erzeugung des Camphor aus Salbeiöl ſ. 1015. Schüttelt man das O-freie, dem Terpentinöl iſomere und ähnlich riechende Baldrian-Aetheröl (ol. Valerianae 1071) mit KO HO + Aq. von Zeit zu Zeit u. unterwirft dann das Gemiſch der Deſtillation, ſo findet ſich, in Folge eingetretener Waſſer-Zerſetzung gebildeter Borneo-Camphor vor; das Valeraldehyd iſt, ſtöchiometriſch genommen = Borneo-Camphor $+ O_2$; a. a. O. Ueber Camphron ſ. S. 1587.

*) Ueber Chinon (ſonſt Chinoyl gen.) = Cn und deſſen H- ꝛc. Verbindungen ſ. 1214. Daß die China-Alkaloiden (S. 1207 ff.) wahrſcheinlich einen gemeinſchaftlichen Salzgründer haben, macht das O-Verhältniß im Chinin zu jenem im Cinchonin ſehr wahrſcheinlich; vergl. 1207 ff. Ueber Chinoleïn (Alkaloid) 1187, Cinchovatin und Chinovaſäure 1210, 1212. Die grün metalliſch glänzende H-Verbindung des Cn erhält man auch aus Bebeerin (1203, 1207) durch Deſtillation mit Kalkmilch und Pbo HO. Ueber Chinagerbſ. 1213 und oben S.

**) Dem Cumaryl nähern ſich: die im Phloridzin (1040) mit Glykoſe verbundene Verbindung von $C_6 H_3 O_2$, die dreimal genommen $= C_{18} H_9 O_6$, weniger 3 H 4 O = Cinnamyl iſt; das Chlorophyll $C_{18} H_9 A O_8$ ſ. 1098, 1127. Das Lecanorin $= C_{18} H_8 O_8$ ſ. S. 979, 989 u. das Hippurin ($= C_{18} H_9 A O_2$) d. i. die erſchloſſene Grundlage der Hippurſäure oder „Harnbenzoeſäure", welche letztere = Hippurin $+ O_4$; S. 980, 991, 1331 und die Lecanorin-Säure 1041, 1171; das zugehörige Orcin ($= C_{16} H_9 A O_7$) 1131 ff., ſo wie das Pikrolichenin und die Wandflechtenſäure a. a. O.

***) Ueber Glycerin-Salze, Acryl, Acryl-Säure, Acroleïn 879 ff., 1327.

†) Ueber Guajac-Harz, -Säure und -Tinctur, Guajacen ſ. 1002. Desgleichen über das ſich hier anreihende Toluöl (die Grundlage des Telucin) ſ. 1008 und 1010.

(Phenol) od. „Karbolſ.“ od. Kryſtallin Unverdorben's 1003 1033—1035 od. „Anilin“ 1007, 1224 1398. Ueber Laurent's Chlorophenisſ. = Erdmann's Chlornidoptenſ. und Liebig's Chlorphenusſ., ſo wie deſſen Chlorophenisinſ. 1035; Brom- und Nitrophenesin-Säure, Nitrophenisinſ. u. Phenſchwefelſ. 1030 Pikryl 989. Salicyl = (Sg) $C_{14}\ H_5\ O_3$ (iſomer der Benzoeſäure) 881 + HO = Salicylichtſäure = Sy + HO (od. Sy + O + H = Hydroſalicylſ.) oder „ſpirolige Säure“ 1001 ff. Salicylſäure = Sy + O_3 a. a. O. und ff. Ueber Saligenin, Saliretin und Salze jener Säuren ſ. a. a. O. Ueber Salicyl-Amid 1004. Ueber Verwendung des Salicin zur Darſtellung der Pikrinſäure = $C_{12}\ H_3\ A_3\ O_{14}$, Pikroſ., Kohlenſtickſtoffſ., Pikrinſalpeterſ., Anilſ., Aniliſalpeterſ., Indigſ., Kohlenſtickſtoffſ., Pikrinſ., Pikroſ. od. Pikrinſalpeterſ. 1003, 1005). Stilbyl (Stb, Stilben) = $C_{28}\ H_{12}\ O_3$; -Oxyd (Stb + O_4), Stilbenichtſ. und Stilbenſ. = Stb + O_5 und + O_6, Azoſtilbenſuboxyd und Chlorſtilbbaſiſche Säure (Chlorbenzoeſ.) 988. Uren = $C_5\ H_2\ A_2$ S. 1272; + O_3 = Harnſ. od. Blaſenſteinſ. 972 ff., 1333; Oxyharnſ. 1221. Umbildungen der Harnſ. (und Harnſtoffe) Allantoin = $C_8\ H_5\ A_4\ O_5$ + HO S. 1323; Alloxan = $C_4\ H_2\ A\ O_5$ 974 ff., 1222; -Säuren = $C_4\ HA\ O_4$ 976, 1221; Alloxantin = $C_8\ H_5\ A_2\ O_{10}$ 974, 976; Meſoxalſ. ſ. oben; Murexan und Murexyd = $C_6\ H_4\ A_2\ O_5$ und = $C_{12}\ H_6\ A_5\ O_8$ 978; Mykomelinſ. = $C_8\ H_5\ A_4\ O_5$ 977; Oxalurſ. = $C_6\ H_3\ A_2\ O_7$ 973, 979; Parabanſ. = $C_3\ AO_2$ + HO; a. a. O. und 981; Thionurſ. = $C_8\ H_7\ A_3\ S_2\ O_{11}$ 977; Uramil = $C_8\ H_5\ A_3\ O_6$ und = Uramilſ. = $C_{16}\ H_{10}\ A_5\ O_{15}$ 977; Xanthin od. Harnichtſäure = $C_5\ H_2\ A_2\ O_2$ S. 1222.*) Xanthogen (Xg) od. Carbonſulfid = CS_2 ſ. Xanthogen; -Säure 836 ff., 852, 970, 999.

5) Bildungstheile. Sie zerfallen in zwei Hauptabtheilungen: in A-leere od. Deazotide und A-haltige od. Azotide 1335 ff.; erſtere Abtheilung umfaßt die Gruppen: Aetheröle, Amyloide, Lignoide, Perglycide, Saccharoide, Pikriide und Kryſtallopikriide; letztere die Osmazomoide, Kryſtallogummiide, Muciide, Glutinoide und Proteïnoide; jede derſelben zerfällt in mehrere Gattungen, Arten und Abarten, bei denen man zugleich die zugehörigen Salzgründer und Säuren erwähnt, und wo es nöthig iſt: beſchrieben findet; vergl. S. 1335—1405.

V. Phyſiologie S. 1405, 1433, ſ. auch oben I. 2.

1) Allgemeines: Ausſonderungen, organiſche 1436. Empfindung 1470, ohne Nerven 1425. Ergänzungs- und Entäußerungs-Trieb 1408, 1413, 1421, 1436 u. 1437. Lebganze 1469, 1470. Lebensgleichgewicht 1447. Luft, atm. jetzt- u. vorzeitliche 178, 181, 429. Oxygen als allgem. Ernährungs-Bedinger, Pflanzenleben als Vorbildner des thierlichen Lebens 1405. Selbſterhaltung u. Selbſtbethätigung 10, 1474. Waſſer als allgem. Ernährungs-Vermittler (u. bei den: Pflanzen: als Miternäher) ſ. w. u.

2) Beſonderes; Einzelnes und Eigenthümliches. a) Pflanzliches und Verwandtes: α) Athmung 1443. Bethätigungs-Wechſel im Ganzen und im Entwickelungs-Theilganzen: Blumen-Duft, zur Tageszeit u.

---

*) Ueber Cyſtin oder ſog. Blaſenoxyd 1223; künſtl. Harnſtoff (u. deſſen Salze) 972; Sublimation deſſ. 975; dargeſtellt aus Murexid, Oxalurſ. ꝛc. 973. Harnſtoff + AeO CO_2 = Urethan 1137 und 1457; über Ureïn 1224, 1373. — Ueber das Zerfallen der Alloxanſäure in Leucoturſäure und Diffluan, ſo wie über Urilſ., Hydurilſ., Nitrohydurilſ., Alliturſ. und Diliturſ., ſo wie über Dialurſ., ſ. S. 1222 Anm.

nächtlicher Weiſe, ſo wie Blumenuhr 1446; Schlafen und Wachen 1452; Selbſt-Bewegung und -Ruhe a. a. O.; Wiederbelebung aufgetrockneter Flechten 1457, Laubmooſe ꝛc. 338, theilweiſe erfrorner Pflanzen, Früchte ꝛc. 1439. Bildungstheile; Erzeugungs- und Ummiſchungs-Wechſel derſ. während der Geſammtentwickelung, ſo wie während der Reifung einzelner Theile (der Wurzeln, Stammtheile, Früchte) 1099, 1380; Desoxydation einzelner Säuren in den Früchten ꝛc. durch Reifung 1445; Farben-Aenderung und Wärme-Wechſel in lebenden Pflanzen 1443 und 1455. Entwickelung und Wachsthum 1414, 1441, 1444. Einfluß der Elektricität auf dieſelben 303, 1439, 1452, 1720, 1769, 1788. Keimung 303, 329, 1443; Keimzellen u. Lagerkeime der Lichenen (Flechten) 1411; auf Keimung beruhende Eintheilung der Pflanzen: Monokotylen oder Indogenen und Dikotylen oder Exogenen 1445; Saamenloſe (Kryptogamen, als Infuſorien-Ernährer 338, als Urpflanzen) 181. Keimung, wie weitere Entwickelung unbeſchädigt durch $As\ O_3$ 1456. Krankheiten der Pflanzen ſ. oben S. 25. Nektar 1363. Saft, Abhängigkeiten ſeiner Zuſammenſetzung, insbeſondere vom Licht-Einfluß (Zuckergehalt, abhängig von der Höhe des Stamms ꝛc.) 1442; Fließung und Fließungszeit deſſelben 1445, 1497. Frühlingsſäfte 1459, Obſtſäfte 1461, Au (?) Cu, Ni (1848) ſo wie „Humin" in lebenden Pflanzen 1414; „Silicſäure" in denſelben und in verwandten Lebweſen 1305 ff. Waſſer, Einſaugung des tropfbaren und des trocknen gaſigen, ſammt deſſen Verdichtung in den Pflanzen (insbeſ. in denen der Sandwüſten ꝛc.), Zerſetzung und Wieder-Erzeugung deſſelben in den lebenden Gewächſen 25, 586 und 1833; 1725 und 1455. Zellengewebe und verwandte Innengebilde, ſammt Inhalt derſ. 120, 1075 und 1369; Zellen-Kern 1433, -Membran (der Oberhefe) 1479. *β*) Hedysarum gyrans 1720. Holzſchwamm (-Tilgung) oben S. 27. Hydrangea hortensis 1413. Jalappenwurzel, fragliche Pilze derſ. 1218. Infuſorien-Entwickelung 1410, 1452 ff., 1508 (mittelſt Fibrin 1395); -Eier 1478. Infuſorien, beſonders geartete 1013, Licht-fliehende 1453. Leuchtthierchen, Meerleuchten oben S. 34. Mycelium 1447. Micoderma Pers. 1552 (Eſſig-Aale, Vibrio aceti, -Fliegen 1447, 1508, 1552, ſ. a. oben S. 38). Miſtblätterſchwamm 1459. Monocotylen zum Blühen zu bringen 1444 ff. Oelrettig 1053. Oscillarien 93, 157, 1409. Oscillatorea phosphorea 1410, 1452. Oscillatorien (rothe) im Murtenſee 1453, im Regenwaſſer 157, in den Thermen Wiesbadens 93. Phormium tenax 1309, Wachs deſſ. 1054. Pilze 1457, 1478 und oben S. 34; der Luft 1447; blau färbende 1539; mikroskopiſche in lebenden thierlichen Leibern 1439; rothe auf Speiſen 1449; Pilze, eigenthümliche Bildungstheile derſelben 1459. Pilz-Sporen, -Mutter ſog., Entwickelung, Vorkommen und Zerſtörung derſ. 1310, 1448, 1456, 1467 („Phosphorſ. Kalk" in der Pilzaſche 1457. „Schweflichtſäure" als Pilz- und Ungeziefer-Tilger 1290, nicht vertretbar durch $A_5\ O_3$ 1478). Polypen, Augen-loſe und Licht 1453. Prieſtley's grüne Materie 1410, 1452. Quallen (Meduſen) und Licht 1453. Schaumſtäublinge 1461. Schimmel 1458, -Verhütung oben S. 26, 34. Schwämme (u. Pilze), Bildung derſ. 1217, 1447, 1456, 1459, 1759 (vergl. a. o. S. 27), mikroskopiſche fragliche 1439. Tremella Nostoc 1453. Waſſerfenchel 1082. Wurmmoos 1884. Zoophyten 1420.

b) Thier- und Menſchen-Thümliches. *α*) Athmung 1420, 1426; der „Menſchen" 1421, 1427, 1429, 1431, 1436; in verſchiedenem Alter 1426; der „Thiere" 1419; Vorgang in den Lungen und Verrichtungen derſ. a. a. O. und 1422. Oxygen, Uebergang deſſelben durch die Lungen in's Blut 1420, 1429. Athmung des gaſigen Aethyloxyd oder Aetherdampfes 209, des Formyl-Chlorid oder Chloroform 1320, nachtheilige des Ozon und der Phosphorichtſäure 1277. Athmung, vollzogen von Amphibien und von Fiſchen 1421. Beleuchtung als Lebens-Beförderung und Beſtimmung zur beſon-

deren Lebensbethätigung 1445 (Laubfröſche und Licht 794). Blut (rothes), Bildung deſſ. 969. 1092. 1423; als Gegengift 70; -Dampf 1013, 1432. Blut der Arterien (Schlagadern), Oxygengas-Entlaſſung deſſ. 1422; krankhaftes 1077. Blutgefäße: Aorta 1431, Pfortader 1110, Puls- oder Schlag-Adern 1431. Venen oder Blutadern 1110. 1422, 1431. Blutkörperchen 1452. Blutleben, Elektricitäts-Erregung und Steigerung deſſ. durch Elektricität 1544 und 1752. Blutroth, durch und ohne Eiſen beſtehendes 1077, 1395 und 1074. Blutſtillung; Aqua Binelli 1607. Blut-Säure ſog. 969, -Serum 1076, -Scheidung 1077, -Speckhaut, Bildung derſ. 1077, -Waſſer 1074; -Zellen 1433. Vorkommen von Kupfer 1849, Mangan a. a. O. und Zucker im Blut 1095. Chylus u. Lymphe 1092, 1108. Colostrum 1073. Contagien 1579. Drüſen 1110. Entgaſung der lebenden Menſchenhaut 1427. Ernährung der Menſchen und Thiere 1421, 1426 und 1999. Fettbildung (zumal aus „Zucker") 916, 1069, 1084, 1091, 1360 und 1511. Galle 1581, als Verdauungs-Mitwirker 1110, ſ. a. oben S. 42 (Ochſengalle 1579). Harn, Bildung deſſ. 1435, der Gichtkranken a. a. O., geſunder Menſchen 1093 (künſtlicher 980), der Thiere 1337, 1430, der grasfreſſenden, ſ. Hippurſ. Harn-Umbildungen 1360, -Zucker 915 ff. Hautſchmiere, Ausſonderung derſ. 1380, der Schaafe 1075. Knochen der Menſchen und Thiere 1391, -Erde oder -Aſche (Kalk-Subphosphat): in allen A-haltigen Bildungstheilen 1333; und Milchſäure 938 (wie erſtere in die Pflanzen gelangt 1416); -Fett, -Leim und -Mark 596, 1064, 1385; -Röthung, der lebenden durch Krapp 1083, 1143, 1217. Koth-Erzeugung 1096, 1436; der Menſchen 1437. Laab 1105. Leber, Innenbau und Verrichtung derſ. 1110, 1139, 1360. Lederhaut (Coreum) 1019. 1380. Lymphe 1092, 1108. Magen-Saft 1103; Thierchen in demſelben 1433; Zuckerbildung in demſelben 1018. Magenſäure 1095. Membran, ſog. falſche 1077. Milch, der Frauen 1100, 1540; verſchiedener Thiere 1541, ſ. a. oben S. 27. Milch, künſtliche (mittelſt Laab ꝛc. bewirkte) und von ſelber erfolgende Gerinnung derſ., ſammt künſtlicher Wiederverflüſſigung 1071 ff., 1535; Röthung derſ. durch Krappgenuß 1083. Muskelfleiſch 1006, Fett deſſelben 1075. Nährſtoffe für Menſchen und Thiere 1426, ſ. a. oben S. 26. Pepſin 1103, bedingter Hauptmitwirker beim Verdauen 1394. Roth verſchiedener Thiere und Thiertheile 1126. Saugadern an Wahlanziehung erinnerndes Wirken derſelben 1437. Schweiß 1079, Ausſonderung deſſ. 1380; leuchtender 1410. Sinnesorgane und deren Bethätigung 1470 und Galvanismus 1728; äußere Sinne; Bethätigung derſ. durch Fühlen (Gemeingefühl als Adhäſions-, Taſtungs- und Wärme-Sinn) 66, 1470; Hören 1430 (Dauer der Schalleindrücke im Ohr 1683; Innenbau des Ohrs 1692; Stimme, menſchliche, Umfang derſ. 1651; Vögel, Geſang derſ. 1649). Riechen 102, 105, 106. Schmecken 1470, 1788. Sehen 1430, 1673—1677. Auge, weſentliche Außen- und Innentheile des menſchlichen: Hornhaut, geſchwärzte Aderhaut, die bei verſchiedenen Menſchen verſchieden farbige Regenbogenhaut (Iris), die das Auge in zwei Kammern, in die kleinere vordere, von der Hornhaut (Cornea) und in die größere hintere von der harten Haut (sclerotica) begrenzte theilt u. in ihrer Mitte von der Sehe (Pupille) durchlöchert iſt, die beide Kammern verbindet, durch ſtärkeres Licht ſich verengt, durch ſchwächeres (ſo wie durch manche Alkaloide ꝛc. 1188 ff.) ſich erweitert; die vordere Kammer erfüllt die ſog. wäſſrige Feuchtigkeit (Humor aqueus), durch deren Druck die Krümmung der Hornhaut bewirkt wird und die, in Ausdünſtung begriffen, ſich wieder erſetzt, Falls ſie durch Verletzung ausgefloſſen war; unmittelbar hinter der Regenbogenhaut befindet ſich die Kryſtalllinſe oder ſog. „kryſtallene Feuchtigkeit" (H. crystallicus, eingeſchloſſen einer durchſichtigen Kapſel (Linſenkapſel 1393); die ganze hintere

Kammer iſt von der gallertartigen (an ſich von einem dünnen Häutchen begrenzten) ſog. gläſernen Feuchtigkeit (H. vitreus) erfüllt. Der die hintere Augenwand bei dem ſog. punctum coerum, der Mitte der Hornhaut wenig ſchräg gegenüber durchſetzende Augennerve, bereitet ſich hier, an der Innenſeite der Aderhaut aus: in Form eines feinen ſchleimigen Häutchens, genannt die Netz- od. Mark-Haut. Der innere Raum des hinteren Auges iſt von der ſchwärzlichen Aderhaut (Choroidea) bekleidet. Trübung der Kryſtalllinſe führt zum grauen, die des H. vitreus zum grünen, Aufhebung der Empfindlichkeit der Netzhaut zum ſchwarzen, durch keine chirurgiſche Operation beſeitigungsfähigen Staar; zu vergleichen ſteht, außer den angeführten Stellen S. 1019, 1387 und 1393. Ueber (bedingten) Achromatismus im Auge, ſ. 1670 u. 1691, über Blendungs- u. Contraſt-Farben 1689 und 1690; Irradiation im Auge 1676, 1678, 1690; Kakerlaken 1676. Kurzſichtigkeit 1684, 1687. Länge der Augenaxe 1675; Lichteindrücke im Auge. Dauer und Erweiterungen derſ. 1683 und 1676; galvaniſche 1731; Pigmentum nigrum 1019, 1393; Reizungs-Geſetz des Auges 1695; Schielen 1675; Weitſichtigkeit 1685, 1687. Ueber Augenmaaß 1684; über Thieraugen 1674. — Speichel 909, 1375 ff., Mitwirker beim Verdauen 1110. Speiſeröhre 1434. Unverbrennliche ſog. 498. Verdauung 1110, 1433. Zähne, Schmelz derſ. 983, 1391; Weinſtein ſog. derſ. 983, 1103, 1376. Zellgewebe, thierliches 1387. β) Ameiſeneier ſog. 1111. Auſtern 1374; -Schaalen 1393; Verdaulichkeit friſcher Auſtern, geſteigerte 1374. Bibergeil 1003. Eisvogel 1554. Fiſche, elektriſche, ſ. Zitterfiſche; Geiſt, menſchlicher (Seele und Leib) 1469 ff. Gallenſteine, Kupfer-haltige 1349, vergl. mit 1848. Hauſen, Arten deſſ. 187. Herbſt-Spinne 1915. Johannis-Leuchtkäfer 827. Kabljau (Klippfiſch, Laberdan und Stockfiſch) 186. Kaninchen, Bittermandelgeruch erzeugende 985. Kaulquappen, im Finſtern lebende 1453. Korkfiſche 722. Krebsaugen (-Steine) ſog. 1393. Kuttelfiſche ſ. Sepien. Miasmen 1579. Moſchus 103, 1337, 1013, ob deſſen Duft ihn in arzneilicher Hinſicht zu vertreten vermag? 1581. Oſſa Sepiae 1393. Perlen 1386. Pottfiſch 1058. Purpurſchnecke 1126. Rachitis (ſog. Engliſche Krankheit), Säure bei derſ. 1093. Rhinozeroß 868. Schiffs-Würmer, Abhaltung derſelben von den Schiffen 498. Schnecken, Tilgung derſ. 1429. Schwalbenneſter, Indiſche (ſog.) 1484. Scrophel-Krankheit, Verhütung derſ. 336. Seefiſche, Salzzerſetzung in denſelben 1060. Sepien 1203, 1210. Sey oder Kohlfiſch 1058. Sterlet-Hauſen 1385. Vibrionen 1508, 1580; Vibrio aceti 1552. Vielfuß, leuchtender 1454. Viperngift 1432. Vögel, innere Lebensbethätigungen derſ. 1421, Lebenswärme derſ. 1423. Wurſtgift 1046. Zibeth 164, 1337, 1373; Duft deſſ. 1013. Zitterfiſche (und andere elektriſche Thiere) 1755, 1787, 1845—1848. Geſetzliches ihrer elektriſchen Bethätigungen 1782, 1787; Organe derſelben 1787. Galvaniſche Batterie aus denſelben 1782.

VI. Phyſik.

Allgemeines und Einleitendes; zunächſt ſ. oben S. 1 ff., 5 ff., 11 ff. und 17 ff. α) Aether, nach Ampère 89, nach Euler 87, 95, 98. Axendrehung, freie als Fortbewegungsmittel 300. Beweglichkeit, einzelntheilige oder innerliche (der denkbar kleinſten Maſſentheile) und geſammttheilige oder äußerliche (oder Ortsveränderlichkeit der Geſammtmaſſen, oder auch der Geſammtmaſſen-Abtheilungen) 1408; innerliche als Vermittler der Bewegungsfortpflanzungen, daher der Leitungs-, Polaritäts- und Stralungs-Bewegungen, ſo wie der (phyſiſchen, wie chemiſchen) Miſchungen 1788 und

1914. Bewegungen 21, 408; begründet durch phyſiſche od. chemiſche od. lebendige irdiſche oder durch phyſiſche weltige oder koſmiſche ſog. Kräfte (und Triebe) 886, 1612; 1447, 1469 ff.; 567 (lebens-, maſchinen- und weltkräftige 1100; 9, 1879 und 1407, 1627), verſchieden nach „Richtung" u. „Zeitverbrauch": Richtungs-beſtändige, geradlinige und Richtung Punkt für Punkt wechſelnde oder krummlinige 983, 476, 610, 1617, 1884; langſame und ſchnelle, ſ. Geſchwindigkeit; nach urſprünglichen Beſtimmungen: durch abhängige und durch ſelbſtige Bethätigungen bedingte 21 ff., 95, 1469, durch eine oder durch mehrere Kräfte, daher „einfache" und „zuſammengeſetzte" Bewegung 9, 23, 1871. Bewegungen, Geſetze derſ. 22, 29, 35; Größe derſ. (Maſſe multiplicirt mit der Geſchwindigkeit), ſ. oben S. 3; Mittheilung 36 86, 1775. Bewegung, beſchleunigte und verlangſamte 38, 653; concentriſche und excentriſche 8, 9, 29, 163, 598; gemeinſchaftliche und geſonderte 221, gleichförmige und gleichmäßige 27, oscillatoriſche, ſ. Pendel o. S. 8, oscillatoriſch-excentriſche 163, ſ. Stralwärme S. 95; Minderung und Beendigung derſ. a) Durch Reibung (Friction) oben S. 8—9 u. 1638; Artungen, Coefficient und Moment derſ. Seitens verſchiedener Körper 1877 bis 1878; b) durch Gegenwirken der Schwere, ſ. w. u. und c) durch Widerſtand 28, 1876; des Mittels 31, 37 ff., 42, des fließlichen 36—38, 42, 411 ff., 539, 588, 591, des gaſigen 471, 473, des ſtarren 1884; Widerſtands-Exponent der Gaſe 473, -Punkt im Gegenſatz des Schwerpunkts 463; ſog. Rückſtoß, vermittelnder 420, 471, 552, 763, 1823. Bewegung, Bemeſſung derſ. in Beziehung auf Bahnenlänge und Zeitverbrauch, d. i. auf Geſchwindigkeit 70; anfängliche, mittlere u. endliche (od. End-) Geſchwindigkeit a. a. O. u. 100, 471 u. 1874; verſchiedener bewegter Stoffe und Körper, 70, 99, 1656, einer durch Abfeuern bewegten Kanonenkugel verglichen mit jener des Lichts 100, 471. Wirken in die Ferne, wie es denkbar 1407. β) Bahnen aufwärts geworfener Körper 1893; frei fallender und der nicht aufwärts geworfener Körper a. a. O. Chronometer 278; mögliche Beſchleunigung deſſ. durch Magnetismus 237, 393. Drehwaage 1883, elektriſche 1713. Ebbe und Fluth, Einfluß derſ. auf's Barometer 268. Fall auf der ſchiefen Ebene 1872 ff.; Beſchleunigung deſſelben 1874; im paraboliſchen Conoid 1875; Geſetze deſſelben 1891, -Höhe 1889; -Linie, kürzeſte 1892; -Maſchine 1885; -Richtunq 1891. — Hohlräume, Größenbeſtimmung derſelben durch Wäqunq 1911. Kernſchüſſe ſog. 477. Libelle 1914. Luftumſchwung, durch's Experiment nachweisbar und meßbar 1839. Polarität der wägbaren Theilchen, ein Bewegungs-Verhältniß 164. Pendel oben S. 8; Ablenkung deſſ. durch Berge ꝛc. 1891; Arten und Geſetze deſſ. 1874; Ausgleichung od. Compenſation deſſ. 387; Länge deſſ. 1891; Schwingungen deſſ. (iſo- und) tautochroniſche 1886, Schwingungs-Mittelpunkt deſſ. 1889; Pendel als Höhenmeſſer oben S. 6; als Mittel, die Erklärung der Ebbe und Fluth zu prüfen 1868, Geſtalt und Erd-Innenhöhlungen, ſo wie Erd-Innenmaſſen nachzuweiſen und zu beſtimmen a. a. O., desgleichen S. 5 und 13 oben, dann 269; als Wärmemeſſer 393. 1641; als Zeitmeſſer oben S. 2 (Pendeluhren ſ. ebendaſ.) und 1617, 1642, 1687, 1697. Pendelſtangen 1890; Umkehrungs- oder Reverſions-Pendel o. S. 9. Schwere oben S. 2 und 272, 670, 1407, 1431, 1610. ſ. a. Fall; Schwere der Erde in ihrem Innern 43; der übrigen Weltkörper des Sonnenſyſtems 1629 ff. Schwerpunkt 26, 202; Verhältniß der Schwere zur Adhäſion 1431, Kryſtalliſation u. den Zuſtänden 162. Stetigkeit und ſog. Trägheit (Beharrung: aus Ohnmacht, in Abſicht auf Selbſtänderuna) 10, 40, 1887, ſ. a. oben S. 1. Wellen 23, -Berq und Thal 470; -Bewequng, Bildung und Verlauf 84, 88, 95, 135, 252, 1637; -Füße 307, -Form 1915, -Innentheile 1621, -Stillung 22, 23, 1637; und Winde 231. Wellen der fließlichen und gaſigen Stoffe (und des aus oberer klarer Luft beſchaueten,

wogenden Nebels oder ſog. „Nebelmeers") 763, des Schalles und der ſogenannten ſtralenden Potenzen 1645, 1915. — Luftverdünnen durch Blaſe-Wellen 419.

2) Beſonderes, den Hauptabtheilungen nach. a) Adhäſion oder „Haftziehung" 31, 1110, 1610, 162, 184. Capillarität od. (1428, 1430, 1634) Haftziehung: zwiſchen ſtarren und fließlichen Gegenflächen, ſammt Feuchtziehung od. hygroskopiſche Waſſer-Anziehung, Löſung u. Zerfließung, Schweißung ſo wie Spiegelbelegung. α) Adhäſion und Capillarität; der brennbaren unter ſich 310, der Gefäßwände 183, des Bärlappſaamen oder Fettes ꝛc.) 338, der Seile ꝛc. und des Waſſers (Vera's Seilmaſchine) 1636; Gebrauch des Badeſchwamm, der Hand- und Seihtücher, der Seihpumpe 106. 451, der Filtrir-Apparate und -Papiere 1597 und 1458, Wirkung der Kerzen- und Lampendochte 440. 1636; Verkürzung der Seile durch Näſſung 1635 ff. Papier-Fertigungen mannigfacher Art 1111, 1368, Papierſtoff-Zeuge 1555; Spannung der Zeichenpapiere, Walken der Tücher ꝛc. und Waſchung der Zeuge, ſo wie Steifung derſ. 463, 1111 ff. Bildung von erhabener Schrift auf Holzflächen durch Aufquellen zuvor zuſammengepreßter Einzelſtellen a. a. O. Haarröhrchen 1634. Aufſteigen des Pflanzenſaftes 1636, Färbungen, Kittungen, Leimungen, Löthungen aller Art ꝛc. 400 498, 860, 950, 957, 1384 ff. Papier- (und Holz-) Maché 1385, reinigende Wirkungen der Kohle zumal der Thierkohle 106. 451, 851, 1063, 1595. Zinnamalgam als Spiegelbeleg 193 ff. β) Feuchtziehung (Hygrometrie, Pſychometrie, Coordenſations- oder Thau-Punkt 209) ſ. o. S. 11 und 1634. Waſſergehalt der Luft bei verſchiedenen Hygrometergraden 215 und a. a. O. γ) Löſung und Zerfließung 166 und oben S. XXVI. Zerfließen an der Luft 203. δ) Schweißung 352, 376 und Spiegelbelegung 193, 860 864. b) Cohäſion oder Innen-Anziehung und Cohärenz oder Innenanziehungs-Zuſammenhalt. α) Cohäſion als Bewegung 120. 1610, als Tropfbarkeit (od. Fließlichkeit), Bedingung 159, 162 ff., 1611, 1645; und Elektricität 1776, und Licht 1726, und Wärme 120. 163. Schwinden des Thons (der Kreide ꝛc.), zum Theil als Cohäſions-Aeußerung (andern Theils: muthmaßlich als thermomagnetiſche Anziehungswirkung) 326, 387. β) Cohärenz 1262, Meſſung derſ. 58, Hämmerung der Metalle als Cohärenz-Beförderung (und Verdichtung) und Berſten der Metalle als Cohärenz-Aufhebung 353; und Reibung, ſ. Reibung, nebſt Stoß, Glasſchneiden mittelſt des Diamant 1884 (Durchfeilen, Zer-Brechen, -Hauen, -Sägen, -Schneiden, -Stampfen, -Stoßen ꝛc. (Präparirmaſchine oben S. 8), ſ. Stoß. c) Dichte (Dichtigkeit), Eigendichte oder Eigengewicht (ſpecifiſches Gewicht) und Verdichtung mittelſt Zuſammendruck. α) Eigendichte, ſ. oben S. 1 und dann 7. 194; Geſetzliches derſ. 42—44; Beſtimmung derſ. 895, 1911 ff., durch Aräometer oder Leichtmeſſer, Luft- und Senkwaagen (Alkoholmeter, Hydrometer, Hallymeter, Lactometer, Sacharometer ꝛc. vergl. auch o. S. XLIV). und dioptriſchen Weges ꝛc. 121, 1912—1914; über die Aräometer-Pipette ſ. a. a. O.; über Luftdichte-Meſſung mittelſt des Daſymeter oder der Manometer 47—48 (Gewichtsverluſt durch Gegendruck des Mittels 43; Eigengewicht des Alkohol und des Waſſers bei verſchiedenen Temperaturen 63, 175 und verſchiedener anderer Stoffe 323, 324. Verhältniß des Eigengewicht zum Atomgewicht 320, 322; bei gleichem Druck und bei gleichem Volum 1318. Waſſer von größter Dichte 57, 175, 309. 889. β) Aufſteigen bei einer Dichte: geringer als die mittlere des Mediums und Sinken bei einer die mittlere überwiegenden Dichte. Aufſteigende Luftſtröme 40. 41; als Wolken- (Seifenblaſen- ꝛc.) Träger, ſ. Wolken; Einrichtung u. Verhalten der Luftballons 275, Steuerung derſ. 416. 466; Luftkiſſen 1163; Schwimmen, aufwärts gerichtetes der ſog. Korkfiſche, mittelſt ihrer Schwimmblaſen, der fauligen Menſchen und Thier-Leich-

name (in Folge in ihnen entwickelter Gaſe), Tragvermögen der Schwimmgürtel, der Pontons und der Schiffbrücken, der Schiffe und übrigen Waſſer-Fahrzeuge ꝛc. 1419. Zu ſolchen Bewegungen, erwachſen aus gegenſeitig ungleicher Dichte des Mittels (Mediums) und der darin beweglichen Stoffe, ſo wie aus dem Widerſtande der letzteren und des Mediums, ſ. u. *) gehören: alle Luft- und Waſſer-Strömungen, daher Ebbe und Fluth, Ueberſchwemmungen, Winde ꝛc. oben S. 12—14; Fliegen der Vögel, Schwimmen der Fiſche, das Segeln der Schiffe, die Umſchwünge der Windmühlflügel, die Wirkungen der Ventile 561 und des Luftzugs 465 und S. 11 daſelbſt, ſo wie 230, 465, 561; mögliche Benutzungen des letzteren 529. Durcheinanderbewegen gaſiger Flüſſigkeiten nach Volta und Dalton, die Gasverbreitungs-Geſetze der genannten Phyſiker 184. Jede Wirkung ſolcher Dichte-Ungleichheit, iſt aber außer dieſer Ungleichheit ſelbſt, beſtimmbar durch die dabei zur Bethätigung gelangenden γ) Druck und Gegendruck-Größen 467 und 36, 41; über Allgemein-Geſetzliches des Drucks, des einfachen 467 und des mit der obwaltenden Geſchwindigkeit multiplicirten, d. i. des Stoßes 467 und 14. 41, 119, 599, 763; über Stoßbewegungen 983; a) Luftdruck, den Alten unbekannt, von Neueren beſtritten 567 und 569; der letzteren Einwürfe beſeitigt 1637; Entdeckung des Luftdrucks 32. Hieher gehörige Erſcheinungen, Geräthe u. Vorrichtungen: Barometer o. S. 11; Arten und Einrichtungen deſſ. 64. 68; Depreſſion deſſ. a. a. O. u. 191, 1428, 1634; Nonius oder Vernier 69, 1678; Normal-Barometer 191, Waſſer-Barometer 34. Höhenmeſſung, barometriſche (mano- und thermometriſche) 33. 47, 199. 255; über Höhenmeſſung mittelſt des Pendels, ſ. o. S. LXVI. Leere Torricelliſche 45, 194. Blaſe-Heber 421 und Verdichtungs- oder Compreſſions-Luftpumpe 32, 172, 420, 434 (Windkeſſel der Feuerſpritzen 533, 567) und Verdünnungs- oder gewöhnliche b) Luftpumpe 31, 172. 420, 535. 567; doppeltſtieflige, mit Selbſtſteurung und ohne ſchädlichen Raum 569; **) Hahn-, Ventil- und Mercur-Luftpumpen ***) a. a. O. Guerike'ſche Leere 35, 420. c) Verſuche über das Verhalten verſchiedener Stoffe in ihr und gegen ſie, nach vorgängiger Prüfung der Wirkſamkeit der Luftpumpe mittelſt des zugehörigen Barometers, der Barometer- und der Birn-Probe, ſo wie durch Wägung eines luftvollen und Wiederwägung des darauf möglichſt luftentleerten ſtarken gläſernen Ballons, oder auch, minder genau, mittelſt des Manometers a. a. O. und 47. Atmoſph. Luft in Luftbläschenform ſich entwickelnd aus Waſſer und aus in daſſelbe gelegte Körper aller Art; Co_2 Entwickelung lebhafte, ſchäumende aus Weißbier, aus in Zucker- oder Gummi-Waſſer gelöſtem und dann mit wenig verdünnter Säure (HCh oder SO_3 oder

---

*) Ueber Widerſtand ſ. S. 28, über den Widerſtandspunkt (im Gegenſatz des Schwerpunktes 463), über das Allgemein-Geſetzliche deſſ. 38, 42. Widerſtand des Mittels a. a. O. und 471, 473; des flüſſigen 28, 31, 37, 42, des gaſigen (Exponent deſſ. 473), ſ. den des Mittels überhaupt; insbeſondere über den der atm. Luft 35, 232, 436, 472, 583, 590, über jenen der tropfbaren Flüſſigkeiten 36—38, 42, 539, 588, 591, ſ. a. den des Mittels; der durch Gas-Entwickelungen aufſchwellenden Körper, zumal der Raketen 463. Widerſtands-Vermehrung durch Adhäſion und Reibung 589, 597, 1638.

**) Vergl. Körner's Abhandl. in m. Archiv f. d. gesammte Naturlehre XXII. 93 ff. XXV. 250, 254; XXVI. 242. Ueber Luftverdünnung durch Umſchwung ebendaſ. XX. 410. Luft- u. Waſſerdampf-Erhitzung im Aerokanith a. a. O. II 500 und S. 35 dieſes Handbuchs.

***) Ueber hydroſtatiſche Luftpumpen, ſ. Archiv etc. a. a. O. II. 359 und XV. S. 1 ff. Ueber Mercur- oder Queckſilber-Luftpumpen a. a. O. V. 329.

Ā ꝛc.) verſetztem Natron- oder Kali-Bicarbonat; H-Entwickelung aus H-Gas enthaltendem Waſſer.*) Aufſchwellen ſchlaffer, zugebundener Kalbs-Harnblaſen. Aufſchwellen eines eingeſchrumpften faulen Apfels bis zum Anſehen eines friſchen. Aufſteigen mit Blei beſchwerter Korkſtöpſel, ſo wie der Carteſianiſchen Taucher und Wiederſinken derſelben bei Luftzutritt; über deſſen ſonſtiges Verhalten und mögliche wiſſenſchaftliche Benutzung 571 und 572. Durchtreiben des Waſſers oder des Mr durch Holz (ſogen. „Queckſilber-Regen"). Heber fließender, Beendigung ſeines Waſſer-Ausfluſſes. Heraustreiben des Eidotter zur oberen Nadelſtich-Oeffnung der Eierſchaale und Wiederzurücktreiben deſſelben in dieſelbe, mittelſt Luftzutritt; Herübertreiben farbigen Waſſers aus einem Mixturglaſe in das andere und Rücktreibung deſſ. beim Luftzufluß; ſog. Springen des Waſſers eines kleinen Heronsballes (533) und Hineintreiben des Waſſers in Hohlraum eines Doppelbodens durch Luftzutritt, nach beendeter vorgängiger Entwickelung ſeiner Luft (ähnliche Wirkung mittelſt Erhitzung des im oberen Raume Waſſer enthaltenden Gefäßes). Magdeburger Halbkugeln vor und nach der Verdünnung ihrer Luft. Nordlicht, künſtliches ſog. durch Ueberſtrömen von Reibungs-Elektricität in die Guerike'ſche Leere; Verlöſchen von Kerzenflammen (unter Fallen des Rauches) und Athmungs-Beendigung lebender kleiner Thiere (Mäuſe, Vögel, kleine Fiſche, Fröſche ꝛc.) in derſelben; Stahl und Stein geben in der Guerike'ſchen Leere keine Funken. Vermindern der Schallſtärke einer klingenden Glocke oder ſchlagenden Uhr bis zur Unhörbarkeit und des Luftwiderſtandes bis zum gleichzeitigen Fallen einer Flaumfeder und einer Münze oder Bleikugel, und bis zum gleichzeitigen Umſchwunge der gegen und mit-geſtellten Flügel zweier Schwungrädchen oder geflügelter Drehſcheibchen. Gleichzeitiges Schwingen gleichlanger Pendel, von denen das eine mit einer Kork-, das andere mit einer Blei-Kugel endet; desgleichen eines und deſſelben Pendels, gleichviel, ob deſſen untere Meſſunglinſe ein- od. gegengeſtellt, od. überhaupt: in welche beliebige Stellung ſie auch gebracht worden. Wärme-Minderung beim Luftverdünnen und -Mehrung beim Wiederverdichten der Luft, nachweisbar durch ein in die Guerike'ſche Leere ſenkrecht herab reichendes gefeſtigtes Thermometer; ſo wie Siedung kühlen Waſſers und Verdampfs-Beförderung verdampfbarer Flüſſigkeiten, unter merklicher Kälte-Erzeugung bis zur Eisbildung und Mercur-Erſtarrung. Einbiegen und dem folgendes Zerplatzen geſpannter Thier-Harnblaſen, Zerbrechen (zerſplitterndes und in Mitten zerſtiebendes) ebener Glasplatten. Mariotte'ſche Röhre 53. b) Druck (und Stoß) tropfbarer Flüſſigkeiten, insbeſondere des Waſſers mit und ohne Luftdruck. Druck ſenkrechter, der tropfbaren Flüſſigkeiten 465. Druckpumpen (Druckwerk) 12, 533, 535. Bramah's Waſſerpreſſe 586. 1048; Real's Preſſe (geſtützt auf Wolf's anatomiſchen Heber; m. Grundz. a. a. O. II. 150) 173. Handſpritze 12. Heber 534; intermittirender a. a. O. Die Waſſerabflüſſe im Bauerngraben, im Canal von Languedoc, im Cirknitzer See, im Heronsbrunnen: mit Heber und unterem Waſſerbehälter, in den Hungerquellen ſ. a. a. O. und im Vexirbecher a. a. O. Saug-

*) Löst man Fe oder Zn in ziemlich ſtark verdünnter SO_3 auf, gießt dann, nach beendeter, geſättigter Auflöſung die kalt gehaltene Flüſſigkeit vom überſchüſſigen Metall klar ab, ſo hat man hiemit eine Flüſſigkeit, welche in der Guerike'ſchen Leere unter lebhaftem Brauſen H-Gas entläßt, das muthmaaßlich zuvor an HO in gleichem Maaße (zu HO + H) gebunden war, wie das O des HO_2; vergl. m. Grundzüge der Phyſik und Chemie. 2te Aufl. S. 359. Aehnlich verhält ſich HS-haltiges Waſſer, dem man in der Kälte, mittelſt Ag ſeine S entzogen hatte.

pumpen (Saugwerke) 12, 567, 569. Emporpumpung des zuvor mit eingepreßter Luft vermiſchten Waſſers zu ungewöhnlichen Höhen; in Höll's Luftmaſchine und in der Pumpe von Sevilla, und abgeändert, in Wirtz's Spiralpumpe und mehr noch in Manoury-Dectot's Hydräolus (geſtützt auf Montgolfier's hydrauliſchem Widder oder Stoßheber 422) 534 u. in der Waſſerſchwankungsſäule a. a. O. Der Heronsbrunnen und das Spiel des Heronsball a. a. O. und 567, zum Theil angewendet auf das Waſſertrommel-Gebläſe 368. 419. Ueber Cylinder oder Tonnen-Gebläſe 368, 419. Klipſtein's ſog. Waſſermaſchine 368. Nachfolgende, mitunter jedoch nur auf einfachen einſeitigen Luftdruck gegründete Vorrichtungen gehören ebenfalls hieher: der Heronsbrunnen mit oberem Heber (Kircher's Brunnen mit Storch oder Schwan und Schlange); der Heber mit aufwärts gebogenem Ende des längeren Schenkels, was ihn zum Springbrunnen-Vertreter in Anwendung zu bringen geſtattet 534; die magiſchen Tonnen eine Abänderung des Heronsballs; das Sieb od. Faß der Danaiden, die magiſche Gießkanne, der Vexirtrichter u. der Stechheber, der intermittirende Brunnen 572; ſämmtlich lediglich auf Einſeitigkeit des Luftdrucks gründend (hierin gleich dem lagernden, gefüllten, oben durch den Spundpfropf verſchloſſenen, unten durch Drehung des Hahns geöffneten Wein- oder Bier- ꝛc. Faß; deſſen Inhalt ſich vor Oeffnung des Spund nicht entleert*); hingegen findet ſich hiebei zugleich das Geſetzliche des Hebers in Anwendung gebracht beim durch Heber ſich entleerenden Brunnen und den mehrröhrigen ſogenannten Württembergiſchen Heber (fraterna caritas) 534. Vitruv's Waſſerſchlange 571. Waſſerorgel 568, 569. Waſſer- (u. Sand-) Uhren 247, 567 (Sand-Pumpe 159). Waſſerwaage 1914. Einſeitig, von unten her wirkende Zuſammenziehung der oberſten Schicht der von Gefäßen (Meer-, Seen-, Fluß- ꝛc. Becken und Betten) getragenen tropfbaren Flüſſigkeiten und Zähigkeits-Meſſung derſ. 183, 1431; Zuſammenziehung der Geſammtmaſſe ſiedender Flüſſigkeiten während des Erkaltens 895. b) Zuſammendruck verſchiedener tropfbarer Flüſſigkeiten, von Außen her bewirkter, meßbar durch das Piezometer (oder Sympiezometer 172) 168—173. Zuſammenpreſſung der Gaſe zu tropfbaren Flüſſigkeiten 586; angeblich auch der (gänzlich Waſſer- und Carbonſäurefreien?) atm. Luft 173; Verdichtung der letzteren in der Taucherglocke 571, ſo wie m. Grundz. II. 158. c) Ueber Gegendruck ungleich dichter

*) Da in tropfbaren Flüſſigkeiten ſich jeder von außen her gegen dieſelben gerichtete Druck und Stoß, mit einer der urſprünglichen gleichen Druck- oder Stoß-Größe nach allen innerhalb der Flüſſigkeit möglichen Richtungen gleichmäßig und ungeſchwächt fortpflanzt und mithin der gegen die Gefäßwände gerichtete Geſammtdruck einer dergleichen eingeſchloſſenen Flüſſigkeit, ſich ſo vielfach verſtärkt, als die urſprünglich vom einzelnen Außendruck oder Stoß getroffene Stelle oder Einzelfläche in der geſammten, von der Flüſſigkeit berührten Innenfläche der Gefäßwände enthalten iſt, ſo erklärt ſich leicht, warum ein gänzlich, bis zur Spundpfropf-Unterflächen-berührung gefülltes Faß, durch einen mäßigen, gegen dieſen Pfropf gerichteten Schlag zerſprengt werden kann, und wie mäßig hohe und ſehr dünne Frühlingswaſſer-Säulen der See ꝛc. -Uferhöhen, wenn das Waſſer ſolcher Säulen mit dem Eis-bedeckten der Seen (ähnlich wie das der Röhre der Real'ſchen Preſſe mit dem des zugehörigen Gefäßes), Flüſſe ꝛc. in Verbindung ſteht, die ſtärkſten Eisdecken zu zerſprengen im Stande ſind. Und da die gleich großen, einander entgegengeſetzten Druckgewalten der Theile eingeſchloſſener Flüſſigkeiten ſich gegenſeitig aufheben, ſo iſt klar, daß Gegenſtände, welche in dergleichen ungewöhnlichen Außendrücke unterworfenen Flüſſigkeiten ſich befinden, von ſolchem Drucke nichts zu erleiden haben (z. B. Embryonen im Mutterleibe; Wachsfiguren im Waſſer, das von oben her belaſtet wird ꝛc.).

Tropfbarer (Scannegatty's Aräometer*), über Zerdrückung ſogen. leerer, verſchloſſener Glasflaſchen durch Senken in beträchtliche Meerestiefen, ſo wie über die durch ungleichen Seitendruck und Stoß erfolgenden Bewegungen (entſprechend dem Geſetzlichen der Mittelkräfte 591, 1871), daher über Archimed's Waſſerſchraube, ſog. fliegende Brücke, und Fähren, Stellung der Schiffs-Steuerruder u. -Segel, der Schleußenthüren ꝛc. ſ. a. a. O. 153. Ueber Mühlräder, Mühlen ohne Rad und Drilling, Rad an der Welle, Barlow's Rad ꝛc., ſ. oben S. 7—9. Segner's Waſſerrad 464 ff., Begründer der Kreiſelräder od. Tourbinen oben S. 6 und 10. (Segner's Dampfkreiſel 465, angewendet auf neuere Dampfmaſchinen 1800; ſ. a. w. u. d) Elaſticität (Federhärte und gaſige Ausdehnſamkeit) 326, 549 (tropfbarer Stoffe 593). Geſetzliches der Federhärte 1894. Vergaſungen oder Verflüchtigungen verſchiedener Stoffe 101—106. Meſſung der Vergasbarkeit 221. Verdampfung unter verſchiedenem Luftdruck u. bei verſchiedener Anwärmung 232. Verdampfungs-Abhängigkeiten 183. Verſchiedenheit der Tropfbaren hinſichtlich der Verdampfbarkeit (Zerfallen derſ., in dieſer Hinſicht in zwei Klaſſen) 201. Leidenfroſt's Verſuch (Adhäſions-Aufhebung der Tropfbaren durch Hitze 274, 1429, 1633; Anwendung deſſ. auf Dampfkeſſel) 546. Verhältniß

*) Die Geſchwindigkeit, mit welcher eine tropfbare Flüſſigkeit aus der Seitenöffnung eines damit gefüllten Gefäßes abfließt, oder hervorſchießt, verhält ſich wie die Quadratwurzel der Druckhöhe (der Flüſſigkeit im Gefäße) über der Oeffnung und die unverminderte Geſchwindigkeit ſolchen herausſchießenden Strals iſt gleich der Fallgeſchwindigkeit eines vom Flüſſigkeits-Spiegel (im Gefäß) bis zur oberen Ebene der Ausſtrömungsöffnung frei fallenden Körpers. Faſſen hiebei zwei Gefäße zwei ungleich dichte, aber entſprechend ihren Höhen-Unterſchieden gleichen Druck gegen Boden und Wände des Gefäßes ausübende Flüſſigkeiten (z. B. das eine der Gefäße eine 1 Zoll hohe Mercur-, das andere eine 13,6 Zoll hohe Waſſer-Säule), ſo verhalten ſich deren Geſchwindigkeiten verkehrt, wie die Quadratwurzeln ihrer Eigendichten, od. wie die Wurzeln ihrer Höhen; m. Grundz. 2te Aufl. II. 151 ff. Ueber den Stoß abwärts fließenden Waſſers ebendaſ. 152 ff. Einfluß des ſchiefen Waſſerſtoßes auf Hafendämme, Molen ꝛc. ebendaſ. 153. Ueber Waſſerleitungen a. a. O. 150. Oben weite und unten enge Gefäße erleiden durch die in ihnen enthaltenen Flüſſigkeiten, gegen ihren Boden einen Druck, der geringer (im entgegengeſetzten Fall einen, der größer) iſt, als das abſolute Gewicht der drückenden Flüſſigkeit. In einem gefüllten hohlen Würfel iſt der Druck gegen jede Seitenwand halb ſo groß, als gegen den Boden. Iſt das Gefäß ein ſenkrecht ſtehendes Rechteck, ſo verhält ſich der Druck des (das Gefäß füllenden) Waſſers, Falls bei einem zweiten Verſuch daſſelbe noch einmal ſo hoch ſteht, als es im erſten Verſuche ſtand, wie das Quadrat der neuen Druckhöhe zur vorigen Druckhöhe, oder ſo ſteht die Zunahme des Waſſerdrucks (z. B. der ſenkrechte Rechtecke einſchließenden Dämme, Schleußen ꝛc.) im doppelten Verhältniß der Druckhöhe. Bei einem halbkugeligen, mit Waſſer gefüllten Gefäße iſt der, gegen die Seitenwände gerichtete Waſſerdruck jenem gleich, der gegeben ſeyn würde, wenn das Waſſer gegen eine: dem Waſſerſpiegel des Gefäßes an Größe gleichende horizontale Ebene, mit einer Druckhöhe von der Länge des Halbmeſſers der Kugel gerichtet wäre; a. a. O. 151. Ueber natürliche und künſtliche Springbrunnen und die Bedingungen möglichſt großer Steighöhe derſelben, ebendaſ. 150. — Uebereilung der gegenſeitigen phyſiſchen (und chemiſchen) Anziehung und Druckausgleichung des Weins (oder des Weingeiſtes) und Waſſers durch die Fallgeſchwindigkeit im ſog. Passe-vin; ebendaſ. S. 154; Uebereinanderſchichtung unvermiſchbarer ungleicher Flüſſigkeiten: im Verhältniß ihrer Dichtigkeits-Unterſchiede, in der ſog. Elementarwelt a. a. O. 155. Ueberwindung des Widerſtandes der Flüſſigkeit beim künſtlichen Schwimmen a. a. O. 158.

des Gegendrucks der denkbaren Gastheilchen 184; Dampfverdichtung als Spannungs-Erhöher 195. Eis-Dampf 195; Mercur-Dampf und Spannung deſſ. 198; Dampf ſtarrer Stoffe innerhalb ihrer Zwiſchenräume 594, 596; Waſſerdampf innerhalb des tropfbaren Waſſers 165; Bildung deſſelben in der atmosph. Luft, ſammt zugehöriger Gewichtstafel 220, unter verſchiedenem Luftdruck und bei verſchiedener Luftwärme 227; Spannungen deſſelben, von beiden Verhältniſſen abhängige 195 ff. 895; Verdichtungen deſſelben in lebenden Pflanzen 1455. Verwendungen deſſ. zu Dampfmaſchinen (Geſchichtliches 327 ff.) von hohem und von niederem Druck 502 ff., 1917. Zuſammenſetzung und Wirkung verſchieden gearteter 328, 343, 467, 534, 537, 557, 573, 1800, 1916; was ſie an Menſchenkraft erſetzen 573. Waſſerdampf hiebei vertretbar durch ſog. fixe Luft (gaſige Carbonſäure) 7, 39 und 343, und durch Schießpulver-Gas 520, 524, 529. Waſſerdampf als Luftverdünner, im Aerotanyt und in der Waſſerdampf-Luftpumpe 535. Ueber ſog. Brunnenweinſtein in den Dampfkeſſeln (Papin's Digeſtor oder -Topf 416, 546, 1076), Theekeſſeln 2c. 343. Eiſenbahnen 580, 868; ſog. atmosphäriſche 1919. Locomotive 915, 918, ſ. a. Dampfmaſchinen-Zuſammenſetzung. Gefahrloſe Dampfkeſſel 545; Zerplatzen der gewöhnlichen 546, 551 ff., 556, 563; über Dampf-Mahlmühlen, -Nachen, -Pflüge, -Schiffe, -Spaten od. -Grabſcheite u. -Wägen getrieben von Dampf 467; 416, 466; 573; 530, 539; 573; 584 und 1920. Mögliche weitere Benutzungen 573. — Ueber Waſſer- od. Puls-Hammer 211, 214. e) Endosmoſe und Exosmoſe 1426 ff., 1436, 1481, 1781. f) Elektricität 124, 1611. α) Allgemeines: Elektricität der Erde und der Luft 1732, 1736, ſ. a. w. u. Elektricit. atmosphäriſche. Elektroskopie und Elektrometrie 1708 und 1713, 1716, 1762. Condenſator 1709, 1716. Drache elektriſcher 1731. Drehwaage-Elektrometer 1713. Dualiſten 1709. Elektrometer nach den Angaben von Behrends u. Bohnenberger 1716; von Berzelius 1708; Canton und Deluc 1708, 1713; Volta 1747, 1766. Figuren Lichtenberg'ſche 1728, 1737, 1750. Fließlichkeit elektriſche (als Zuſtandsform) 518, 765, 779. Flüſſigkeiten (ſog.) elektriſche (Glas- und Harz-Elektricität + E und — E) 1705. Funke elektriſcher 326, 489, 1731, 1751 ff. Gegenſatz elektriſcher 326. Gleichgewicht elektriſches 326. Geſetzliches, allgemeines der Elektricität und Geſchichtliches derſelben 1707. Idioelektriſche Körper 1737. Leiter der Elektricität 1730; Abänderungen ihres Leitungsvermögens 1757, 1773. Leiter ſog. unipolare 1752. Leitungsſchnelle, elektriſche verſchiedener Stoffe 1730, 1820. Unitarier 1710. Vertheilung (ſog.) elektriſche 1709, 1731. — Elektricität und Alkohol 207, und Cohäſion 1720, und Flammen 1735, und Magnetismus 1763, u. Waſſer (Leitung deſſ.) 1764. Vertheilungs-Reihen derſ. od. ſog. elektriſche Ströme 1706, 1768 (der Erde 177, ſ. a. w. u.); inducirte oder ſecundäre 1801, dergleichen verſtärkte 1841 (im lebendigen Blut 1848); in Leitern ſich bethätigende: Uebergangs-Widerſtand in dergleichen Schließungsdrähten ſowohl gegen gewöhnliche elektriſche, als gegen elektromagnetiſche, galvaniſche und magneto-elektriſche Ströme 1763; Ohm's hieher gehöriges Geſetz 1762, 1791. Zuſtand elektrotoniſcher, nach Faraday 1729, 1801. Elektricität, Verbreitungs-Schwächung derſ. 1643; ſog. vindicirende 1844. — Elektroden 1771. Elektrodynamik 1818. Elektrolyſe 1771. Elektrolyten 1730, 1772. Elektromotoren 1762. Inductoren, Geſetzliches derſelben 1842 ff.; elektriſche, elektromagnetiſche u. magnetoelektriſche 1741, 1847; der elektriſchen Intenſität und Quantität, nach Faraday 1850. Differential-Inductor 1842. Inductions-Spirale 1801 (Dove'ſche Spirale 1841). Maaßbeſtimmungen elektrodynamiſche 1915, 1866. Se-

lenoid od. „elektrodynamiſcher Cylinder" 1818. Zerſetzungen durch Induction 911.

β) Elektricitäts-Erregungen: αα) atmosphäriſche od. meteoriſche; Elektricität der Luft 134, 553, 600 und der einzelnen Meteore oben S. 11—13, ſ. a. Elektricität der Luft. Blitz 135, 326, 337, 489, 1443. 1731 ff.; -Ableiter 1731, 1741; ſog. kalter Schlag 1734, zündender 1748, übrige Blitz-Wirkungen 1845; insbeſondere: Bildung von „Azotichtſäure" (ſogen. Schwefel-Geruch) 949, 1087; von Blitzröhren (eigentlichen) 1734 (ſog. od. Franklin'ſche elektriſche Leuchtröhren 428), von „Waſſer" durch H-Verbrennung (künſtliche mittelſt elekt. Funken bewirkte H-Verbrennung gewährend ſogen. „künſtlichen Blitz") 516; über Volta's elektriſches Piſtol (und H-Gas-Eudiometer und Fürſtenberg's elektriſche Zündlampe 495) 1747 und Wirkung elektriſcher Entladungsfunken auf das Waſſer der, mit demſelben geladenen Kanonen 491; „Gold entführender Blitz" 1665; Magnetnadel-Ablenkung durch Blitze, wie durch Polar- und Zodiakal-Licht 136. Hagel-Gewitter und angebliche Ableiter derſ. a. a. O. u. 1731. Röſtung durch Blitz 1748. ββ) Künſtlich erregte Elektricität: durch Anblaſen 1751; Berühren 1724, 840 ff.; Druck u. Preſſung 1721; Erſchüttern 1720, 1789; Lebens-Bethätigungen 1544, 1848; Licht (Photo-Elektricität) 842, 1750, 1640, 1725. Wärmungs- u. Zuſtands-Wechſel 164, 1730, ſo wie durch Zerſpalten 1731. Allgemeine Wirkungen der Elektricitäten (des ſog. + E und — E): Anziehungen ungleichnamiger und Abſtoßungen gleichnamiger E 193, 298, 462, 591, 764 ff., 1707. Licht-Erzeugung 327, 1621, 1732 (elektriſche Durchleuchtungen der Eier, des Quarzes, Zuckers ꝛc. verſchiedener anorganiſcher und organiſcher, lebender und todter Körper) 1748 bis 1750. Franklin's Blitztafeln ſ. oben β. Wärme-Erzeugungen 1704, 1733, 1745. Zerſetzungen (elektro-) chemiſche durch gleichnamige E 1761, der Weißgluth oben S. XXVIII; durch ungleichnamige 1757, 1772, 1778, ſ. a. w. oben XXVIII (und Amſterdamer Verſuch); Verhältniß ſolcher Zerſetzungen zu den ſtöchiometriſchen Werthen der getrennten Miſchungs-Beſtandtheile 1770 und zur ſogen. chemiſchen Verwandtſchaft 1761. Haupt-Erregungsweiſen und -Formen künſtlicher Elektriſirungen:

a) Reibungs-Elektricität 192, 1611, 1707, 1744. Amſterdamer Verſuch 491, 1705, 1733. Batterie, elektriſche 1711, 1714. Doppelt-Elektrophor 1712. Elektriſirmaſchine 32, Einrichtung und Geſchichtliches derſelben 1736—1738. Elektrophor-Funke, elektr. 326, 489, 1704, 1710, 1712, 1732, 1745, 1751, ſ. a. oben S. LXXII und dunkle 1751 ff. Geruch, elektriſcher 1748, 1752, ſ. a. Ozon, oben S. LVI. Henly's Allgemeiner Entlader. Leere, Kleiſt'ſche 1735. Leydener Flaſche 424, 1711, 1920. Einrichtung, Gebrauch u. Geſchichtliches derſ. 1711, 1743 ff. Ladungs- und Wirkungsweiſe derſ. 1745, 1753, 1755. Ladung derſelben durch rußende Flammen 1753. Wirkung auf freibewegliche Magnetnadeln, nach Reſtmann und (ſpäter) nach Faraday 1722; Entladung derſ., leuchtende u. dunkle 1751 ff.; Rückſtand derſ. u. Verbindung zur Batterie 755 und 1710; im geladenen Zuſtande ein Vertreter einfacher galvaniſcher Ketten 1810. Maſchinenbewegung, mögliche mittelſt Reibungs-Elektricität 574. Meßflaſche elektr. Lane's 1714. Nordlicht, künſtl. 1734 (ſ. oben Polarlicht XX). Rückſchlag elektriſcher, nachweisbar u. meßbar 1754. Schlagweite, elektriſche 1745. Zeichnungen elektriſche auf Gyps ꝛc. 1716, 1745.

b) Miſchungs-Elektricität 1776. c) Galvanismus od. Hydro-Elektricität 1729, 1755. Anion's und Kation's, Anode und Kathode 1168, 1727, 1771 und 1808. Batterie (galvaniſche od.) Vol-

ta's, andauernde 1786, aus Metallen, Kohle, organiſchen Gebilden (ſ. oben S. LXV, Zitterfiſche) ꝛc. und wäſſrig-feuchte, chemiſch einwirkenden Leitern 1726, 1758, 1774; Art ſie zu entladen, beſtimmt ihre phyſiologiſchen Wirkungen 1792. Gas-Batterie, angebliche; eine ſecundäre 1728 ff.. 1780; Geſetzliches ihrer Oeffnung und Schließung 1793. Polariſcher Gegenſatz derſelben in Beziehung auf Licht und Wärme 1726. Wirkungen derſelben auf lebende Pflanzen, Thiere u. Menſchen, ſo wie auf Leichen 1769, 1788, 1792; auf die Sinnesorgane 1728, auf: mittelſt des Waſſers leitende chemiſche Verbindungen oben a. a. O.; unmittelbare und mittelbare oder primäre und ſecundäre hieher gehörige Zerſetzungen 1772. Volta's Batterie, ſecundäre, ſ. Lapungsſäule. Blitzrad 1791, 1801. Deflagrator 1729. Felſen-Sprengung galvaniſche, unter Waſſer 1846. Funken-Schließungsbogen galv. und Einwirkung deſſ. auf die Magnetnadel 1828, 1833. Galvanometer (od. Multiplicator od. Rheometer) 101, 1759, 1816. Galvanoplaſtik 829, 957, 1718, 1768, 1823; Geſchichtliches derſ. 910 ff., 1802. Gravirung galvaniſche 1808. Gyrotrop (Commutator od. Schwengel) 1817. Kette galvaniſche einfache 850, anhydriſche 1767; aus feſten und flüſſigen Leitern, und nur aus flüſſigen beſtehende 1705 ff.; mit und ohne Zwiſchenraum 1758, 1768; aus ſehr verſchiedenen galvaniſchen Elementen nach Becquerel, Bunſen, Couper, H. Davy, Faraday, Fontana (bereits im Jahr 1776, d. i. lange vor Galvani's erſter Beob.), Galvani, Grove, Reinſch, Ritter, Röhrl, Schönbein, Volta, Watkins und dem Verfaſſer dieſes Handbuchs; gegliederte 1758, 1765, 1784 ff., 1790; unbeſtändige 1793, undarſtellbare 871 und (nach Bunſen, Grove und Röhrl) beſtändige 1786, 1788—1791 u. 1802; zuſammengeſetzte, ſiehe Batterie (u. Säule) Volta'ſche oder Galvani'ſche. Ketten einfache, Verhältniß derſ. zu den Sinnesorganen 1728. Ladungsſäule Ritter's 1787, 1795, 1798. Pole der einfachen und der zuſammengeſetzten Ketten 1726, Wärmungs- und Leuchtungs-Gegenſatz derſ. a. a. O.; weiteres Verhalten derſ. 1727; Kupferdrähte derſ. durch und durch amalgamirt 1783. Multiplicator od. Elektromultiplicator, ſ. Galvanometer. Nobili'ſche Figuren 1793. Säule, Galvani'ſche od. Volta'ſche, ſ. Batterie; ſecundäre, ſ. Ladungsſäule; Galvaniſche trockene, heiße 1762, nicht Waſſerfreie, ſehr wirkſame 1778, trockene (Behrends'ſche, de Luc'ſche und) Zamboniſche 1716. Schiffe, galvaniſcher Kupferbeſchlag 599 und galvaniſirtes Eiſen der Eiſenbahnen ſ. oben S. XLIX. Schließungs-Draht, Erwärmungs-Geſetz deſſ. 1778. Siderometer, ſ. Galvanometer. Ströme galvaniſche, Stärke derſ. 1762. Trogapparat galv. 1729. — Galvan. Säule als Magnetnadel-Vertreter 1825. b) Elektromagnetismus 1612. 1706. Erregung deſſ. 1809, 1815. Geſchichtliches 1809. 1817, 1822. Geſetzliches 1815, 1826. Inducirte Ströme deſſ. 1841. Maſchinen-Bewegung durch denſ. 574. 1819. 1827; Koſten-Betrag ſolcher Bewegungen 1828. Multiplicator elektromagnetiſcher 1817, 1821, ſ. a. Galvanometer. Stromgeſchwindigkeit des Elektromagnetismus 1656, 1706. Verhalten des Stroms zur Magnetnadel (galvan. Drehungen derſ.) 1840. Verſchiedenheit des Elektromagnetismus vom Magnetismus 1826; Weſenheit des erſteren 1823. c) Magneto-Elektricismus oder „Magneto-Elektricität" 273; erregbar lediglich durch die Erde 1843, auffallender durch Magnete 574, 843, 1612 1657, 1706, 1726, 1784, 1842. Geſchichtliches deſſ. 1809. 1817, 1822. Geſetzliches 1815, 1826. Magneto-Elektriſirmaſchine 1849; -Elektrometer 1844; -Elektromotor 1726; -Elektronomiſche Kraft, nach Faraday und Lenz 1843. Magnetiſch-werdendes Eiſen, nach Nobili: als inducirender Erreger magnetiſch-elektriſcher Ströme 1844; anderweite Erregungen magneto-elektriſcher Ströme 1824, 1843, 1848. Maſchinen durch Magneto-Elektricismus 1612. — Telegraph, magneto- (u. phono-) elektriſcher 1821 ff.,

elektro-magnetiſcher 1747, 1821; elektriſcher 1821 (und optiſcher 1659). f) Thermo-Elektricität und Thermo-Elektromagnetismus 1722, 1724; galvanometriſche Nachweiſungen derſelben 1477, 1643; Polarität derſelben 1723. Melloni's Thermomultiplicator 1817. g) Rotations-Elektromagnetismus 1830, 1836; Arago's und Faraday's Verſuche 1839, 1846; des Verfaſſers dieſes Handbuchs Verſuche a. a. O. Rotations-Elektromagnetismus der Erde 1833, und dadurch der ſie bewohnenden, lebendigen Einzelnweſen 1838 ff., 1846; erregt durch Maſchinen 1849; Verhältniß deſſ. zur Erſchütterungs-Elektricität 1840. h) Siderismus 350, 556, 594, 1235. 1611 ff., 1729; Beſonderheiten deſſ. gemäß den Beobachtungen und Verſuchen von Gautherot, G. F. Gmelin, J. Herſchel, Keier, Schönbein, Volta, Wenzel, Wetzlar, Winterl und des Verfaſſers dieſes Handbuchs 1779, 1793—1795; vorzüglich des Eiſens, Bleis und Platins, unter andern auch nachweisbar durch das Siderometer (oben e). Ueber Galvanometer mit aſtatiſchen Magnetnadeln (S. 1816) od. ſog. Sideroskope 1817; über Pohl's Siderophor a. a. O.

h) Magnetismus 1809. Allgemein Geſetzliches u. Weſenheitliches deſſelben nach Ampère 1612, 1851, Brugmans 1857, Coulomb 1813 *) und Hanſteen ſ. w. u. α) Erdmagnetismus 273, 1412, 1809;

---

*) Coulomb folgerte aus ſeinen Verſuchen: daß alle Stoffe, zumal die ſtarren, an ſich magnetiſch ſeyen, der Verfaſſer dieſes Handbuchs, bereits 1805, aus denſelben Verſuchen und hauptſächlich aus der Thatſache, daß — Eiſen ausgenommen (das magnetiſche Wirkſamkeit iſolirt, wenn dieſe durch Verbreitung geſchwächt worden, ehe ſie zu demſelben gelangt) — kein Stoff oder Mittel (Medium) die magnetiſche Wirkſamkeit iſolirt: daß alle Stoffe, ſo lange ſie dem magnetiſchen Wirkungskreiſe angehören, auch magnetiſch ſeyen und, da ſchon damals bekannt war: daß in dem magnetiſchen Meridian des Beobachtungsortes aufgehängte Stahlnadeln (Stäbe ꝛc.) magnetiſch werden, dann aber auch Hanſteen's Beobachtungen lehrten, daß andere Weltkörper (Sonne ꝛc.) auf die Erde nicht nur gravitirend, ſondern auch magnetiſch anziehend einwirken, ſo gelangte der Verfaſſer dieſes Handbuchs zu der 1825 (in ſeinem Handbuch der Meteorologie) veröffentlichten Folgerung: daß der Magnetismus, gleich der Schwere, allgemein weltlich (kosmiſch) bedingt ſey. Faraday's neuere hieher gehörige Verſuche beſtätigten nicht nur Coulomb's Folgerungen, indem ſie darthaten, daß die Eigenſchaft: vom Magnet angezogen und abgeſtoßen zu werden, eine allgemeine der Materie ſey, ſondern führten zugleich auch, in Beziehung auf Einzelſtoffe, zur näheren Kenntniß dieſer Eigenſchaft. Während nämlich Eiſen vom ihm genäherten Magnetpol angezogen wird, gibt es auch Stoffe, welche, jedoch nur bei Anwendung ſehr ſtarker Elektromagnete, von dieſen abgeſtoßen werden; was vornämlich beim Wismuth — erinnernd an deſſen Verhalten, als Glied des thermoelektriſchen (thermo-elektromagnetiſchen) Bi = Sb Ringes zu der davon umſpannten Magnetnadel — der Fall iſt. Faraday nennt ſolche elektromagnetiſche Bethätigung Diamagnetismus. Alle Stoffe zerfallen in dieſer Hinſicht in zwei große Abtheilungen, in magnetiſche, zu denen außer dem Fe gehören: Ni, Co, Mn, Cr, Ce, Ti, Pd, Pt, Os, Al; ſchwach magnetiſche: Papier, Siegellack, Tuſche, Porzellan, Asbeſt, Flußſpath, Mennige, Zinnober, PbO_2, ZnO, SO_3, Turmalin, Graphit, Schellack-Holzkohle, und diamagnetiſche: Bi, H Sb, Zn, Sn, Cd, Na, Mr, Pb, Ag, Cu, Au, As, U, R, Fr, Sh (W) und viele ihrer Verbindungen, ſo wie Alaun, Salmiak, Soda, Kalkſpath, Weinſäure, Citronſäure, Waſſer, Alkohol, Aether, Azotſäure, Schwefelſäure, Hydrochlorſäure, J, P, S, Harz, Wachs, Olivenöl, Terpentinöl, Kautſchuck, Zucker, Amylon, Gummi, Holz, Elfenbein. Die tropfbaren und die gaſigen Flüſſigkeiten ſchloß Faraday zu dieſen Verſuchen in Glasröhren ein, welche er zwiſchen dem Magnet oben ſchwingen ließ. Plücker zufolge äußerte ſich das magnetiſche Verhalten der in dünnen Schichten in den Verſuch genommenen Tropfbaren, durch Formänderung ihrer Oberfläche. Frühere hieher gehörige Verſuche über das Verhalten der Flamme zwiſchen den Magnetpolen,

E*

Art ihn zu beobachten 1812; Minderungen ſeiner Wirkſamkeit mit zunehmender Entfernung von der Erde (unter Umkehrung der Pole der in ſolchen Fernen beobachteten Magnetnadel) 1811; wechſelnde Minderungen und Mehrungen ſeiner örtlichen Stärke (oder Intenſität 1810) durch wechſelnde Stellung der näheren Weltkörper des Sonnenſyſtems, durch Erd-Elektricitäts- und Wärme-Wechſel, Erdbeleuchtungs-Aenderung ꝛc. 1815. Ueb. den magnetiſchen Aequator ſ. 1811; magn. Erdaxe und deren Pole a. a. O. und 1815; iſodynamiſche und iſokliniſche Linien 1812; iſogoniſche Linien od. magnetiſche Meridiane 1810; Linien ohne Abweichung 1815. Magnetometrie 1848. Magnetometer Sauſſure'ſches 1864, Scoresby'ſches 1812, Gauß- und Weber'ſches 1812, 1814, 1864; des Verfaſſers dieſes Handbuchs Benutzung der Bouſſole zur Ermittelung der Stärke gegebener Magnete 1864. — Ueber Halley's Annahme zweier magnet. Erdaxen und Hanſteen's hieher gehörige Bemerkungen, Beobachtungen u. Folgerungen 1811; über des letztern Verf. betreffend den Magnetismus ſehr verſchiedengearteter anorg. und organ. Körper a. a. O. Ueber die Schützung des (nach Art der von Bohnenberger'ſchen mechan. Vorrichtung zur Erläuterung des Vorrückens der „Nachtgleichen" 1812) in Zapfen hängenden Schiffs- od. See-Compaſſes gegen den Einfluß des Schiffs-Eiſens 1813. Ueb. den magnet. Wirkungskreis der Erde u. der einzelnen Magnete 1811 ff., 1865. Erdmagnetismus als Elektricitäts-Erreger 1843 u. damit als eingreifend in die Selbſtbethätigungen der Organismen, zumal der Pflanzen 1412, nach Art des „Rotationsmagnetismus" ſ. o. LXXV; der als ſolcher, ſo wie Licht und Wärme muthmaaßlich (1660, 1812, 1833, 1853) hauptſächlich Theil hat, an der Erzeugung des Erdmagnetismus (ſofern Sonne ꝛc. kosmo-magnetiſch ſich bethätigen) 1809, 1811, 1851. Erd-Nordpol, magnetiſcher 273. β) Kryſtallmagnetismus 1695, vergl. mit 61, 117, 158, 173, 203, 595, 764, 829, 895 und 1833. γ) Metall- od. Mineral-Magnetismus 1809; in Beziehung auf Magnetismus dreierlei Arten von Metallen 1853. δ) Magnet, Abkunft der Benennung 1851; natürlicher und künſtlicher 377 u. 1842. Beſchaffenheit und Vorkommen des natürlichen 377, 1852; Fertigung der künſtlichen 1855; natürliche, wie künſtliche für ſich (frei) od. gepanzert (armirt) 377 und zu magnetiſchen Magazinen verbunden 1860 ff., 1863, 1868; Zu-Standekommen künſtlicher Magnete lediglich durch Erdmagnetismus 273 (durch Blitze, Erſchütterungen, Reibungs-Elektricität und Wärme-Wechſel 273, 1726, 1850). Einfluß, fraglicher des Mondlichts 1814, erwieſener der Erſchütterungen und der Wärme auf ſchon beſtehende Magnete 1852. Ueber ſog. anomale Magnete ſ. 1825. Ueber die Tragkraft der letzteren 1825, 1854, 1859, 1863, 1864; über das Vermögen der Magnete magnetiſch zu bleiben, oder ihre Coercitivkraft 1864. Magnetnadeln, Geſetzliches derſelben 1854; aſtatiſche 1826 und oben: g, h (ſ. Siderismus). Bouſſole 1703. Cavallos Mittelpunkt (Schelling's Indifferenzpunkt) 1857. Cobalt, als angebliche magnetiſche

---

ſtellte Bancalari an, Zantedeſchi und Faraday beſtätigten die von B. beobachteten auffallenden Erſcheinungen. Plücker zeigte dann, daß auch die optiſchen Axen der Kryſtalle diamagnetiſch ſind. Weitere Verfolgung dieſer ſämmtlichen und mehrerer zugehörigen Eigenſchaften gewährten die Verſuche ſowohl der genannten Phyſiker, als auch jene Weber's, Poggendorff's u. Oerſted's; vergleiche Poggendorff's Annal. LXX. 24, 39. LXXII. 315, 343. LXXIII. 60, 241, 243, 276, 286, 475, 567, 571, 579, 613, 617. LXXIV. 324, 362, 443. LXXV. 108, 177, 416 und 445. Das diamagnetiſche Verhalten des As, P, S ꝛc. erinnert daran, daß dieſe Stoffe (ſammt dem O) zu jenen gehören, welche, im größten ſtöchiometriſchen Verhältniß dem Eiſen beigegeben, deſſen Magnetiſirbarkeit aufheben; m. Grundz. 2te Aufl. II. 323 und oben.

Anziehung (des Eiſens ꝛc.) zeigende oder (wie Einige Solches vorzugsweiſe genannt wiſſen wollen:) „Magnetismus" beſitzendes und auf die Magnetnadel ab- oder zulenkend einwirkendes oder „Polarität" darbietendes Metall, und Magnetnadeln aus demſ. 1851. Compaß-Erfindung 1813. Indifferenz- od. Ausgleichungs-Punkte 1721, 1857. Lateral-Magnet 1703; Lateralmagnetismus durch Erhitzen 1858. Magnetiſche Klangfiguren 1866. Markſcheide-Compaß 1813. Metalle an ſich magnetiſche 1703, 1815. Orientir-Nadeln 1812. Transverſal-Magnete 1824, ſ. auch Lateralmagnete. Variations-Nadel 1814. Vertheilungen, magnetiſche 1854. Magnetnadeln-Abweichungen derſ. 155, 1816, 1854; culminirende Punkte derſ. 1858. Neigungen derſ. 272, 1812, 1854 (Declinatorien und Inclinatorien; vergl. auch oben S. 1809). Magnetnadeln und Blitz, Polarlicht und Zodiakallicht 1615; ſo wie über den Einfluß galvaniſcher Schließungs-Funken-Bogen 1810 und (Faraday's Verſuchen zufolge) über die Wechſelwirkung zwiſchen Magnetnadel und Stral-Licht 1833.

i) Licht. Allgemein-Geſetzliches und Weſenheitliches 1659 und 84, 88, 95, 1611. Abirrung deſſ. 1625. Achromatismus 1668. Angeblich unmittelbar bewegend 1692, wirklich bewegend ſ. w. u. Iris. Anamorphoſen, catoptriſche und dioptriſche 1670. Anorthoskop 1683. Apertur 1691. Auge und Augenmaaß ſ. Abſchnitt V. Auge, Leuchten in demſ. durch Druck 1695. Berührungs-Bilder 1664, 1749; auf Holz 1667. Beugung 1659, ſ. a. Inflexion. Bilder, Moſer'ſche 1692. Blendungsbilder 1689. Brechung 109, 1659, 1671, 1703, 1920; prismatiſche 1620, 1682, ſ. a. w. u. Prisma. Brechungs-Exponent 1669. Brillen grüne 1686; iſochromatiſche a. a. O., periskopiſche 1682 (Metall-Brillen 1685; Staub-Brillen ſog. 1686.) Camera clara, lucida und obscura 395, 1673, 1895. Catoptrik 1895. Circulations-Polariſation 1835. Contraſtfarben ſ. a. Abſchn. V. Dädaleum 1683. Dämpfung des Lichts durch Spiegelung 1897. Daguerreotypie 1660—1664; galvaniſche Gravirungen der alſo entſtandenen Zeichnungen ꝛc. 1808. Depolariſation 1701. Diakauſtik 1681. Dioptrik 1895, 1898. Eindrucks-Andauer des Lichts im Auge 1683. Emanations-, Emiſſions- und Undulations-Syſtem 1696. Farben-Abklänge 1686; -Bild, prismatiſches 448. 1808; Streifen in denſ. 1620, 1682; dünner Blättchen a. a. O. und 1700, 1824; galvaniſch-bedingte 1793; -Entſtehung 96, 132, 1659; im Auge 1691; -Feuer 460; -Kugel 1690; -Lehre, Göthe's 1451; -Meſſung 1702, 1720; -Parallelogramm 1667; -Ringe nach Mazeas und Newton 1667, 1682, 1701, 1756; -Scale, Biot's 1702; -Specter, Fraunhofer's 1622; -Spiel, dünner Schichten von Waſſer und Weingeiſt 1667; und Licht 1081. Farblicht 96, 1622; Arten deſſelben 1677; Abänderungen derſelben nach dem Stoff des Prisma 850; verſchiedene Brechbarkeit und Spiegelung derſ. 109, 1897; durch den Spiegel gegelbtes 109, 1897. Farblichte, Wellenform und Wellenlängen derſ. 1676 u. 1698. Feldſtecher Plößel's 1680. Fernröhre (Teleskope), catoptriſche od. Reflectoren (Caſſegrain's 1669, Gregory's 1690, W. Herſchel's 1678 u. Newton's 1679) und dioptriſche od. Refractoren (Dollond's und Fraunhofer's achromatiſche 1668; dialytiſche Plößl's 1669); Galilei's, auch genannt: Holländiſches Fernrohr 1680; Kepler's aſtronomiſches Fernrohr 1680; Kometenſucher 1679; Operngucker, Wallgucker 1887. — Gemälde der Alten 1690. Geſchwindigkeit (des Lichts) 1656, 1659. Geſichts-Täuſchungen 25 (Geſpenſter 26). Grundfarben 131, 1691. Heliotrop oben XV. Inflexioskop 1671. Interferenz 1621, 1694. Iridiſirungs-Knöpfe 1682; -Platten 1824. Iris des Auges, Lichtbeweglichkeit derſ. 1693. Kaleidoskop 1671, 1677. Kaleidopolariskop 1671.

Kalklicht ſog. (Weißglüh-Leuchten, lebhaftes) 418. Kalotypie 1662, 1666. Katakauſtik 1681. — Lampen-Mikroſkop 1672. Leſegläſer 1687. Leuchten des Barometers 1733.*) der Benzoeſäure (Cinnamylſ. u. Oxalſ.) beim Sublimations-Kryſtalliſiren 1723, ſo wie verſchiedener Salze beim: naſſen Weges vermittelten 1697, 1658, 1832; des Blatt-Goldes durch Reiben 1658 (des Knallgoldes 1761); -Platin und der Platindrähte im AeO und AeOHO-Dampf; des Platinſchwamm im Glühlämpchen 842, 849 und verſchiedener Geſteine theils durch Erhitzen (CaF 1723), theils durch Reiben 1749. Leuchten des faulenden Holzes ꝛc. 1454, 1456 und 1577, faulender Seefiſche 1578, lebender Thiere und thierlicher Erzeugniſſe 1658; mikroſkopiſcher Thierchen, gährender Flüſſigkeiten 1500 und des Meeres 1411, 1578, ſ. a. Abſchn. V.; durch Phosphorescenz 1233, 1658 und 1832, erzeugt durch Elektriſiren 1748—1750. Lichtbeſtralung (z. B. durch Inſolation, wie beim „Bononiſchen Leuchtſtein" 1233) od. durch Wärmung ſ. oben. Ueber Leuchten durch Verbrennung 444, 1621, 1720 und Windbüchſen-Licht 1833. Leuchtrohr 1681. Licht-Beweglichkeit der Stoffe 1693; -Bilder 1666, ſ. a. oben Daguerreotypie; auf verſilbertem Elfenbein 1667; farbige 1667; negative 1661; -Bogen, galvaniſcher, magnetiſches Verhalten deſſelben 1828. Licht, latentes 1663; -Meſſung, thermometriſche 107, ſ. a. Photometrie, -Spiegelung 1656, 1659, 1677, 1920; -Wellen, Länge und Zeitdauer derſelben 84. 1676; -Weſenheit nach Newton, Euler u. dem Verf. dieſes Handbuchs 1656; -Wirkungen 1659. Linſen 1671, aplanatiſche 1672, dioptriſche Arten derſ. 1688, 1920. Lorguetten 1685, 1687. Loupen 1671. Luftbilder 85. — Megaſkop 1672. Menisken 1685, 1687. Metallſpiegel 1898. Mikroſkope, einfache und zuſammengeſetzte 1672; Fertigung und Geſchichtliches 1671. Optice Newton's, derſelben zugehörige Fragen 596, 599. Optometer 1585. — Perlmutter als Farben-Bildner 1607; -Farben, künſtliche 1667. Phänakiſtikop 1683, ſ. a. Wunderſcheibe. Photometrie 81, 816, 1018. Polariſation durch Brechung (doppelte Stralenbrechung) 1695, 1697, 1702, durch Spiegelung 1671, 1691, 1699, 1702, 1833; elliptiſche und kreisförmige 1829; Polariſations-Axe 1702, -Ebene 1702. Prisma 619, Nicol'ſches 1835. Refraction 1679, 1681; aſtronomiſche 1625, gemeine od. terroſtriſche, ſ. Brechung. Reverberen 1686. Roll-Lampe des Cardanus 1812. Schatten 1670; blauer 1451, farbiger überhaupt 1690. Halbſchatten und Kernſchatten 1670. Schillerfarben 1667. Sonnenmikroſkop 1672. Sphärometer 1702. Spiegel, Arten derſelben 1895, 1920, gußeiſerne, verplatinte 867. Spiegelung, abſolute 1897. Stralenſchießen, ſog. der Kerzen- ꝛc. Flammen 1695. Stereoſkop 1688. Stroboſkopiſche Scheiben 1683, ſ.

*) Ueber akuſtiſche und ſelbſtſchreibende Barometer vergl. m. Arch. XX. 409 u. X. 175; Romershauſen's Taſchenbarometer a. a. O. VI. 302; Vidi's ſog. Aneroid-Barometer Annal. d. Chemie und Pharm. LXVIII. 157 u. ff. Eine 1/4 Zoll tiefe, möglichſt luftentleerte und dann durch einen ſehr beweglichen (an Beweglichkeit durch eingeriffte concentriſche Kreiſe noch erhöheten) oberen Boden oder Deckel hermetiſch verſchloſſene Metallbüchſe, zeigt jede Luftdruck-Aenderung durch entſprechende Aenderung der Lage dieſes Deckels an, und iſt hinſichtlich dieſer Anzeigen noch dadurch in Abſicht auf Empfindlichkeit ſehr beträchtlich geſteigert, daß der Mittelpunkt dieſes beweglichen Bodens mit einem Hebelwerk verbunden worden, das jede ſeiner Bewegungen um 600 bis 700 mal vergrößert; jede dieſer Vergrößerungen überträgt ſich auf einen, an der Außenſeite der Büchſe längs einer Theilung beweglichen Zeiger; die größte Genauigkeit, welche das Aneroid-Barometer gewährt, erreicht jedoch nur 1/4 Linie.

ſ. a. Phänakiſtikop. Thaumatrop 1682. Wunderſcheibe 1652, ſ. auch Phänakiſtikop. Zauberperſpectiv 1678, 1897.

k) Schall 611, 1619, 1645. α) Allgemeines: Eindrucksdauer im Ohr 1683, ſ. a. Abſchn. V. Geſchwindigkeit in verſchiedenen Gaſen 310, in der Guerike'ſchen Leere 420, in der atm. Luft 1656, in Röhren 1692, in ſtarren Stoffen 1656, im Waſſer 168 (als Windſchnelle-Meſſer 234). Schall-Leitung zur Wärme-Leitung 113; -Stärke wachſend mit der Dichte 326, 439 (Verſtärkung durch Verdichtung 439); Schall-Schwingungen (Lateral-, Longitudinal- und Dreh-Schwingungen) 1654; -Stralen od. Wellen-Folgen 84, 88, 89; Verbreitung, Schwächungs-Verhältniß derſ. 1643; Verſtärkung im Verhältniß der Dichte des Schall-Erregers und des Mediums der Verbreitung 325, 326, 439; ungewöhnliche nächtliche Weile 234. Schallwellen, Rückwerfung derſ. 135; damit verbundene Verſtärkung, in der Reſonanz 1618. β) Beſonderes und zum Theil Eigengeartetes: Accord (Zuſammenklang), Accordeon 1655. Adhäſion als Tonhöhen-Ausgleicher 310. Aeoline 1697. Alt-Tenor-Geige 1651. Baßgeige (Violoncell) a. a. O. Combinations-Töne 1650. Compoſition (Ton-Ganzes) 1648. Dur und Moll-Tonfolgen 1649. Doppeloctave 1649. Dreiklang 1655. Echo 1656. Einklang 1655. Ergänzungsfiguren Faraday's 420, 1637, ſ. a. w. u. Klangfiguren. Fiſtel-Töne 1651. Flagolet-Töne a. a. O. Frauen-Stimme 1651. Guitarre, Stimmung derſ. 1653. Grundſtimmung der Tonfolgen 1649, ſ. a. w. u. Temperatur. Harmonie 1648. Höhrrohr 1692. Intervall (Ton-Abſtand) 1648, 1649. Kaleidophon (Kaleidoskop, phoniſches) 1653. Kinderſtimme 1651. Klangfiguren 420, 1637, 1645; elektriſche Beziehungen derſ. 1720 (und Magnet-Anziehung ſ. oben LXXVI); der Luft 1702. Nebenfiguren, erinnernd an „Zähne der Wellen" 1637; Geſchichtliches 1647. Klang-Meſſer 1652; -Verſtärker muſikaliſcher Inſtrumente 1654. Klirr-Töne 1649. Mädchen, das unſichtbare 1692. Männerſtimme 1651. Melodie 1649. Mundharmonica (Maultrommel) 1655. Naſen-Töne 1651. Ohr ſog. des Dionyſius 1692. Orgel-Stimmung 1654. Reſonanz-Figuren 1652. Schwingungen, tautochroniſche 1874. Schwingungs-Knoten 1647. Sirene 1652. Sonometer ſ. Klangmeſſer. Sprachrohr 1692. Stimme, menſchliche, Hauptverhältniſſe derſ. 234, 1651, ſ. a. Abſchn. V. Stimmgabel 420, 1655; tönende, in verſchiedenen Haltungen und Drehungen gegen das Ohr 1652, 1659. Stethoſkop 1652. — Töne, Artung, Bildung und Bereich (Syſtem), Grund- und Neben-Verhältniſſe derſ. 1648—1655; eingeſchaltete, ganze und halbe 1649—1650; harmoniſche Proportion derſ. 856; Tartiniſche 1650, ſ. a. Combinationstöne. Ton-Art, harte und weiche 1648 (ſ. Dur und Moll-Tonfolgen); -Kunſt, älteſte Kunſt 1619; -Leiter 1648. Tonica a. a. O. Tonfolge (oder Tongang), ungleich und gleichſchwebende Temperatur derſ. 1650. Ton-Syſtem, diatoniſches 1648 ff. Transverſal- od. Quer-Schwingungen a. a. O., ſ. a. Lateral-Schwingungen. Trevellyan 1653. Waſſerdampf und muſikaliſche Inſtrumente 570. Wellen-Scheibe 1652. Windharfe (Aeols-Harfe) 1651. Zymbeln 350.

l) Wärme 325, 1582, 1610. α) Allgemeines. Allgemein-Geſetzliches derſ. 164. Athermane, Diathermane, partiell u. univerſell Diathermane Stoffe (nach Melloni) 1644. Wärme und Adhäſion 165, Cohäſion 325 und Elektricität ſ. o. LXXIII; und Chemismus 886; Licht, d. i. Feuer (Stralwärme + Strallicht) 106, 436, und Magnetismus ſ. o. LXXVI. Wärme-Meſſungen: a) Pyrometrie: Glutbgrade 356, 1263. Pyrometer ſ. oben XXX. Des Verfaſſers dieſes Handbuchs Vorſchläge: zur Darſtellung künſtlichen Pyrometer-Thons u. eines Waſſer-

Pyrometer 390—395; über Pyroſkope 232, 1639. Hitzgrade verſchiedener Stoffe 389, 585. b) Temperatur od. Fühlwärme (48, 305; mittlere 70) und Beſtimmung derſ. od. Thermometrie oben XIX, XX und XXX. Calorimeter 308. Fertigung u. Gebrauch verſchiedener Thermometer 50 ff., 55 u. 58. Differential-Thermometer 81, 212, 232; verbeſſertes 1639. Hygro-Thermometer od. „Thermohygrometer" 82, 182, 212, ſ. a. Pſychrometer, oben S. XIX. Luft-, Metall-, vorzüglich Mercur-Thermometer 171, 387, 391; Vergleichung des letzteren mit dem erſteren 62. Mikrothermometer 81. Pendelthermometer 393, 1641 und oben LXVI. Thermometer-Veränderungen: ohne Wärmung od. Kältung (ſog. von ſelber erfolgende) 58. Null, abſolutes der Wärmegrade: unnachweisbar 305, 331; Minderung der Fühlwärme bis gegen 0^0 der Celſius'ſchen, od. der Reaumür'ſchen (od. Deluc'ſchen) Thermometer-Scale, d. i. bis zur Kühle od. Kälte. Wärmegröße-Beſtimmung nach ſog. Wärme-Einheiten (Caloric) 915 und 1645. c) Allgemeines Verhalten der Wärme. Ab-, Durch- und Zu-Leitung 112, 115 ff. Ueber Leitung ſ. a. 4, 7, 110, 113. Verhältniß der Ableitung zur Durchleitung 112. Grund und Weſenheit der Leitung 115 und 325. Leitungs-Wellen 83, 88. Aus-, Durch-, Ein-, Innen- und Zu-Stralung 83, 85, 88, 90, 114, 115, 262, 340 ff. und 1618; Allgemein Geſetzliches und Weſenheitliches der Stralung 101 und 325. Mittheilung der Wärme durch Berührung gleich gearteter Maſſen, entſprechend dem Geſetz der allgemeinen Bewegungs-Mittheilung 86, 93, 100; Weſentliches derſelben 325, 336; Zeitverbrauch derſelben 93, 438. Polariſirung derſ. 164, 1644. Verbreitung in tropfbare Flüſſigkeiten 56. Wärme-Wellen 84 ff., 168, 325, 1704; Beſchleunigung derſ. durch Kürzung = Erhöhung der Wärme-Stärke oder der Temperatur; Verlangſamung derſ. durch Wellen-Verlängerung = Kältung. (Hitze = Wärme von großer, Kälte = von mehr oder weniger geringer Spannung.) „Dämpfung der Wärme" = theils entſtehender Verlängerung der Wärmewellen, theils Ausgleichung von Wellen-Berg und Wellen-Thal) 81, 85, 91, 163. Wärme und Licht, weſentliche Verſchiedenheiten derſ. 88. — Wärmeſtoff ſog. 98, 598, bei Erklärungen der Wärme-Verhältniſſe unſtatthaft 272, 1704. Ueber die meteoriſchen Verhältniſſe der Wärme ſ. o. XIX. β) Beſonderes u. Eigenthümliches: a) Wärme-Dampfung durch verſchiedene Medien 102, 163, 165 und -Erregung durch: Adhäſion und phyſiſche Miſchungen 308; durch chemiſche Verbindung (Verbrennung, Salzbildung ꝛc., Auflöſen) und Zerſetzung (durch Gährungen ꝛc.) oben XXV ff.; durch Elektricität (Galvanismus ꝛc.) oben S. LXXIV; Gas-Verſchlucken oben XXVI, Lebens-Bethätigungen oben Abſchnitt V.; durch Reibung XVI—XVII; Verdichtungsdruck 165, 189; und durch Uebergehen vom mehrbeweglichen Zuſtande in den minderbeweglichen 305, 307. b) Wärme-Wirkungen: Ausdehnungen 60, des Glaſes 386, verſchiedener anderer Stoffe 385; des Waſſers durch Annäherung zu 0^0C Punkt; oben L. Verflüchtigungen verſchiedener Stoffe 101—105. Wärmungsbilder 1664, 1749. Sieden (Kochen) 55 verſchieden vom Wallen 327; in verſchiedenen Höhen 57, in zugeſchmolzenen Glasröhren 167; Siedepunkt 190, verſchiedener Flüſſigkeiten (des Mercur 197, anderer geſchmolzener Metalle 62) 199; Widerſtand, ermittelt durch Wärme 326. — Veränderungen des Leitungs-Vermögens: Verkehrung ſchlechter Leiter in beſſere und Minderung der Leitungsgüte guter Leiter (zumal der Metalle) durch Erhitzung derſ. 112, 114, 117, 553;*) Luft, ruhig

---

*) Ein an einem Ende in einer Alkohol-Flamme erglühter langer Platinſpatel wärmt (Fiſcher zufolge) beim Entfernen aus der Flamme: das zuvor vom Experimentator mit der Hand gehaltene andere Ende in ſolchem Maaße an, daß

anhaftende als Minderer der Wärmeleitung (u. Mittheilung) 112. Waſſer,
angeblich ein Wärmeleiter (heißes: wärmend in Folge der Verdichtung des
von ihm eingeſchloſſenen Dampfes zur tropfbaren Flüſſigkeit) 110. Schmel-
zung, innerer Vorgang derſelben 327; feurige u. wäſſerige 205. Schmelz-
barkeit, Verhältniß derſelben zum ſtöchiometriſchen Werth 880; vergleiche
auch Flüſſe ſog. (Fluß- od. Schmelzungsmittel) oben XIX. Schmelzglä-
ſer 206; Schmelzgrade verſchiedener metalliſcher und organiſcher Stoffe
585. Schmelzung unter großem Druck 361. — Mittlere Luft- u.
Bodenwärme, Verhältniß derſelben zur Lebensbethätigung, zunächſt der
Pflanzen 69 (Luftwärme-Wechſel während 24 Stunden 72; Quellenwärme
69, 322); vergl. oben XIX ff. und Abſchn. V. — c) Eigenverhältniſſe.
Wärme-Beſchleunigung der ſtralenden durch Licht und theilweiſe
Dämpfung derſelben durch trübe Medien 97, 101, 109 u. 340; Stral-
wärme des prismatiſchen Farbenbildes 341; Mellonis Erklärung der
Stralwärme unzureichend 1657. Capacität od. Faſſungs-Vermögen (ſog.)
der Stoffe für die Wärme 303—308, 610 ff. (ſ. auch:) Eigenwärme
(eigenthümliche oder ſpeciſiſche); Beſtimmung derſelben durch Abkühlen,
Anwärmen, Eisſchmelzen, Miſchen u. Tonhöhen 309—312, 318, 322; Stei-
gerung derſ. durch Erhitzen 309, 326, 855. 1333; verſchiedener Gaſe, der
Metalle und verſchiedener anderer Stoffe 311—313, 317, 319, 885 (Kühl-
wärme-Aenderung der Metalldrähte bei Reibungs-freiem Kürzen u. Strecken
317. Kautſchuck, Verhalten 45); verkehrt wie die ſog. Atom-Gewichte
884. Wärme, latente od. verborgene 307; relative 305, 325. d) Kälte
164, verhindert das Anzünden mancher entflammbarer Stoffe 426. Abküh-
lungs-Geſetz 91; Erkalten durch Ableitung, Ausſtralung und Berührung
kalter Stoffe (Berührungs-Mittheilung ſ. oben α); beſonderes 111; bewegter
und ruhiger Flüſſigkeiten 92, 111; beim Berühren kaltmachender Miſchungen *)
308, 328—333; Mercur-Erſtarrung (und Kryſtalliſation) 335; Wirkung
ſolcher Kälte auf andere Metalle 335; Waſſer-Erſtarrung oder Darſtellung
von Kunſteis 334, 923. Kälte-Träger (Kryophorus) 212, 214; ver-
beſſerter 334. Kälte durch Gas-Entwickelungen u. Vergaſungen (durch Verdam-
pfungen des AeO, HKy oben XXIX) 200, 221; durch das der Hydrochlor-
ſäure 339; durch Waſſer-Verdampfen aus den Waſſer-Kühlgeräthen XLI;
durch Wärme-Entſtralung 334. Kälte durch Uebergeben vom minder
beweglichen Zuſtande in den mehr beweglichen (alſo: durch Zuſtands-
Wechſel) 305, 307.
m) Zuſtände, in Beziehung auf Raum-Erfüllung 52, 1801; allgemei-
nes Verhältniß derſ. zur Wärme 1611: α) Hauptverſchiedenheiten: Flüſſi-
ges (Gaſiges od. Ausdehnſamflüſſiges 159 und Tropfbares od. Fließ-
liches oder Liquides 163) und Starres 159, 594, 615: Geſtaltloſes od.
Amorphes a. a. O. und Geſtaltetes 117, 591. 1) Gaſe, Eigenverhalten
159, Grundform derſ. nach Dalton, Laplace und Mayer 325, Wärme-
dehnung derſ. 46: (Druck- und Kälte-) Beſtändige od. Lüfte; Unbeſtän-
dige od. Dämpfe 159. Eigenwärme derſ. ungleich bei gleicher, und
gleich bei ungleicher Menge 318, 325. Geſetzliches ihrer Raumerfül-
lungs- od. Volum-Verhältniſſe: nach chemiſchen Verbindungen 889.
Geſchichtliches derſ. 159. Lichtbrechung derſ. 1829; Reinigung
derſ. 431; Schallverbreitungs-Schnelle in ihnen 310; Spannung
derſ. und deren Meſſung 191, 195; Verdichtung derſ. zu Fließlichen od.

man es ohne Hautverletzung nicht länger halten kann; weil dieſes urſprüng-
lich kältere Ende beſſer leitet, als das glühende, was ſich mir vollſtändigſt
beſtätigte.

*) Kalin-Rhodanid u. Waſſer, zu gleichen Theilen, erzeugt, Marchand
zufolge, große Kälte.

zu Starren, durch Druck, Erhitzung (der eingeſchloſſenen) und Kältung 486. Verdünnung derſ. und deren Folgen hinſichtlich phyſiſcher und chemiſcher Verſchluckbarkeit und Bindbarkeit 275; Waſſer-Faſſung derſ. 431. Gaſeität 163. 2) Fließliches: Ausdehnung deſſ. durch Wärme 386; bei jeder Anwärmung verdampfendes u. nur ſiedend verdampfbares 201; Zähigkeit ſeiner Oberfläche 183; Zuſammendrückbarkeit derſ., was ſie bedingt 46; des Waſſers 169, 172, 174, 563; Sieden deſſelben durch Kältung 200; Umfang deſſelben bei verſchiedenen Erwärmungsgraden 60 und o. S. LXIX; Umfangs-Erweiterung deſſelben beim Annähern zu 0° C a. a. O. 3) Starre, Amorphe; Dichtes der Mineralogen 521, Durchausſtaubiges (abſolutes Pulver oder Alkohol der älteren Chemie und Pharmacie), Niederſchläge, erdige ꝛc. 913; Dendritiſches 863, 869; Kryſtalliniſches: Ausdehnungs-Ungleichheit verſchiedener Kryſtalle durch Erwärmen 1723; Darſtellung vollkommener 830; Entſtaltung derſ. bis zum Kryſtallgerippe 595, 1362; Metallmoor 1363, beſonders gearteter 1367; durch Lichtbilder bewirkter a. a. O. β) Uebergangs-Zuſtände und Zwiſchenformen. Breiiges 160, 162. Duftiges (Verhalten zu dunkelen Körpern) 105. Dunſt und Duftbläschen 86, 120, 173. Gallertartiges 159. Glaſiges, Klebriges 106. Rauch 159. Schlüpfriges 161—163. Schmieriges 160, 161. Teigiges a. a. O. und ff. Zähflüſſiges 161. Zellenbildung, aus rundlichen Blaſen 1633. (Bildung der Bienen-Zellen a. a. O.)

Einleitung.

1.

Freude, Wißbegierde und Vortheil treiben den Menſchen zur Erforſchung der Natur. Die **Freude** an der Natur erwacht ſchon in dem Kinde, verläßt nie ganz den gereiften, geſunden, harmloſen und kindlich unbefangenen Menſchen, trägt weſentlich dazu bei ihn in dieſer jedem Gefühlvollen zu wünſchenden Gemüthsſtimmung zu erhalten, und wird nicht ſelten mit jugendlicher Friſche wieder rege im Greiſe, nahe dem Grabe. Aber während das Kind, mit der Natur ſpielend, durch die Mannigfaltigkeit und Veränderlichkeit ihrer Formen, laut jauchzend Gottes ſichtbare Welt preiſet, erfüllet die Betrachtung der ſtillen Walte deſſen, was ſolchen Formenwechſel hervorruft, die Bruſt des Lebensmüden mit jener freudigen Ruhe, wie ſie Dem ziemt, der, nahe der Zinne ſeiner Zeit, in zuverſichtlicher Ergebenheit Höheres ahnend, ſinnend entgegentritt der unſichtbaren Welt, die unſerer harret, wenn die Natur uns ihrer Pflege wie ihrer Zucht entläßt. Sie, dieſe zwar ſtillwaltende und im Verborgenen ſchaffende, aber ihren Wirkungen nach ſich uns, mittelſt unſerer Sinne, als „Welt die außer unſerem inneren geiſtigen Weſen **da iſt** und wirkt," d. i. als Sinnenwelt oder Außenwelt, und in ihrer Geſammtheit als Inbegriff alles Leiblichen, oder, wie man ſie auch zu bezeichnen pflegt: als Inbegriff der Körperwelt offenbarende Trägerin und Pflegerin des **Daſeins**

zu erforſchen, ſowohl in den Einzelheiten als in den Summen ihrer Wirkungen; ſowohl wenn ſie Einfaches mit Einfachem zu Mannigfachem eint, und wiederum Mannigfaches in Einfache auflöſ't und ſpaltet, als wenn ſie Vereintes und Unverbundenes in gemeinſchaftlicher Wechſelwirkung und daraus entſpringender Geſammtänderung erhält; ſowohl, wenn ſie mit väterlicher Vorausſicht, des ſich fortſchreitend entwickelnden Ganzen wegen, Vorhandenes opfert um Künftiges zum Werden und Gedeihen zu bringen, als wenn ſie mit mütterlicher Sorgfalt Beſtehendes erhält und ſicher zu ſtellen ſtrebt, gegen Zerſtörung drohende Gewalten; und wiederum, wenn ſie, obgleich in der Zeit befangen, doch ſtets über die Zeit den Sieg erringt, und in ſteter Selbſterneuerung begriffen, ſich fort und fort verjüngt, und weder altert noch ſtirbt — das iſt des gereiften denkenden Menſchen ſelbſtgewählte Arbeit und ſelbſt geſtecktes Ziel, ſofern er, mit den ihm eigenen Mächten ſeiner Innenwelt wohl vertraut, geſunder Sinne, eines guten Gedächtniſſes, geſunden Verſtandes und geſunder Vernunft ſich erfreuend, die Natur in ihren Eigenthümlichkeiten, Beſondernheiten und Gemeinſamkeiten zu erkennen und zu beurtheilen ſtrebt. Möglich wird ihm ſolche Erkenntniß und Beurtheilung nur, wenn es ihm gelingt nachzuweiſen und namhaft zu machen die Bedingungen, unter denen der Beſtand der zur Außenwelt gehörigen Weſen geſichert iſt, und unter welchen derſelbe gefährdet erſcheint. Indem aber der Forſcher dieſe Bedingungen als unabänderliche Beſtimmungen nachweiſet, bezeichnet er ſie als geſetzliche, und nennt ſie dem gemäß Geſetze der Natur.

1) Wie jedes wiſſenſchaftliche Forſchen, wenn es mit Erfolg gekrönt wird, das Gemüth des Forſchenden mit hoher Lebensluſt erfüllt, ſo fehlt auch reine und lautere Freude nie im Gefolge der Arbeiten des Naturforſchers; ſo wohl jener Mühen, welche, ſeiner Seits von hinreichendem Tiefblick und Scharfſinn unterſtützt, zur Enthüllung bis dahin verborgener, oder zur berichtigten und vervollſtändigten Würdigung ſchon bekannter Naturgeſetze führen, als auch ſolcher Anſtrengungen, durch welche ſein von Scharfblick und Umſicht geleiteter, weder Kraftaufwand noch Opfer, weder Beſchwerde noch Verſagung gewohnter Lebensannehmlichkeiten, ſcheuender Aufſuchungs-

eifer zeither gänzlich oder theilweiſe unbekannte, oder mangelhaft erkannte Naturweſen an das Licht der Erkenntniß bringt; und ebenſo der auf die Vergangenheit gewiſſer Naturganzen, z. B. der Erde, gerichteten Arbeiten, die, ſollen ſie gelingen, neben den ſo eben bezeichneten Eigenſchaften des Forſchers, auch hinreichende Vertrautheit deſſelben mit der Geſchichte und den Sprachen älterer Völker heiſchen und vorausſetzen; wiewohl ohne ein gewiſſes Maaß von Gelehrſamkeit überhaupt kein gründliches, der Naturwiſſenſchaft wirklich zu Gute kommendes Naturforſchen möglich iſt.

2) Wie verſchieden auch die Wege ſind, welche der Naturforſcher einſchlägt, um über die Natur zum Verſtändniß zu gelangen, ſo ſtimmen doch alle darin überein, daß das allein erſprießliche Mittel dergleichen Wege zweckgemäß zu betreten und zu verfolgen beſteht: in fortſchreitendem Vergleichen des Zu-Erkennenden mit dem Schon-Erkannten; denn nur durch dieſes Forſchungsverfahren gelangt man zu richtigen Vorſtellungen über den Werth der Beſchaffenheiten (Qualitäten; oder der Art: wie das Zu-Erforſchende ſich in ſeiner unveränderten und geſonderten Einzelnheit gegen unſere Sinne behauptet; d. i. wie es bleibt, während wir es ſinnlich wahrnehmen) und der Erſcheinungen (Phänomene; oder der Weiſe: wie der Forſchungsgegenſtand ſich ändert, während er von uns als Gegenſtand empfunden oder vernommen wird); beide aber, die umfaſſend erforſchten Beſchaffenheiten und die umſichtig geprüften Erſcheinungen leiten zur Ermittelung der Eigenſchaften (Proprietäten) oder gegenſeitigen Abhängigkeiten, und der Beziehungen (Relationen) oder wechſelſeitigen Entſtehungs- und Ergänzungs-Verhältniſſe der Unterſuchungs-Gegenſtände. Sind dieſe aber ihren Gründen, alſo denen ihnen zum Grunde liegenden Naturgeſetzen nach bekannt, ſo iſt Alles gegeben, was erfordert wird, um zur Einſicht in die Ein- und Gegenwirkungsverhältniſſe der Gegenſtände, oder zur Theorie ihres Beſtehens und ihrer möglichen, an ihnen noch nicht vorübergegangen oder für ſie annoch zukünftigen, Veränderungen zu gelangen; und mithin auch Alles, was von dem Naturforſcher gewußt und begriffen ſein muß, wenn dieſer ſich anſchicken will, mittelſt ſchlüßlicher Beurtheilung ſolches geiſtigen Eigenthum's, dieſes als ein: aus der Einheit ſeines Geiſtes herausgebildetes, oder von ihm geſchaffenes Denkganze, d. i. als Naturwiſſenſchaft darzuſtellen.

3) Wäre die Naturwiſſenſchaft fertig — was ſie ſo wenig iſt, wie irgend eine andere Wiſſenſchaft und was ſie, gleich allen übrigen Wiſſenſchaften wahrſcheinlich auch nicht eher ſein wird, bis die Erde den Lauf ihrer Entwickelung vollbracht und die Menſchheit ſich als gänzlich gezeitigt zu betrachten unbezweifelbaren Grund hat — ſo würde es auch keine auf Vermuthungen gegründeten Meinungen und Annahmen oder Hypotheſen (zur einſtweiligen Befriedigung des Einſichts-Bedürfniſſes aus dem zur Zeit bekannten Verhalten

der Gegenſtände erſchloſſene Anſichten) ſondern nur Ueberzeugungen geben: gewonnen durch vollkommene Erſchöpfung aller zu den Verhalten gehöriger Thatſachen, die dann in ihrer Geſammtheit eine vollſtändige Theorie der Natur möglich machen; ſo aber, bei der jetzigen, der großen Fortſchritte in der Naturwiſſenſchaft ungeachtet in mehreren Theilen derſelben noch ziemlich mangelhaften, eben darum aber auch zum unermüdlich fortgeſezten Forſchen antreibenden und ermunternden Entwickelungsſtufe der Wiſſenſchaft, ſind dort, wo wirkliche, vollkommen erweisbare und darum den Anforderungen des forſchenden Geiſtes durchaus genügende Theorie abgeht, gute, als ſolche nur auf Thatſachen geſtüzte, und nur ſo weit dieſe reichen aus ihnen abgeleitete Hypotheſen von großem Werthe; zumal wenn ſie, was ſie eigentlich alle ſollten, dadurch daß man ſie vielſeitigeren Prüfungen unterwirft, zu neuen Entdeckungen führen.

4) Nicht alle Naturthätigkeiten vermögen wir in ihren Beſondernheiten oder Eigenthümlichkeiten unmittelbar durch unſere Sinne zu empfinden, ſondern bei manchen können wir nur auf ihr Vorhandenſein ſchließen; z. B. auf jene Anziehungen, welche in Flüſſigkeiten zur Entwickelung gelangen, wenn dieſe erſtarren oder Erſtarrendes aus ſich entlaſſen; ebenſo auf die unter dem Namen Magnetismus bekannten, von denen die Magnetnadel zeugt, wenn ſie frei ſchwebend ſich in nordſüdliche Richtung begiebt, Eiſen ꝛc. aus der Ferne her anzieht, u. ſ. w. Früher nannte man die in den Naturweſen vorhandenen Beſtimmungen zu dergleichen Thätigkeiten verborgene Qualitäten; unter den Naturforſchern der neueren Zeiten haben mehrere ſtatt ſolcher nicht weiter erklärbaren, verborgenen Thätigkeitsbeſtimmungen, zur Erklärung der ehemals aus dieſen Beſtimmungen abgeleiteten Thätigkeiten (z. B. zur Erklärung des Magnetismus) beſondere, ſogenannte lezte, ſelbſtſtändige, nicht weiter von anderen Weſen ableitbare, untaſtbare Grundſtoffe, oder an ſich nicht ſinnlich empfindbare Eigenweſen angenommen; z. B. für den Magnetismus eine magnetiſche Flüſſigkeit (oder, nach Anderen: zwei magnetiſche Fluida). Obgleich nun dadurch, genau erwogen, auch nicht viel mehr bezeichnet worden, als was die verborgenen Qualitäten der Schulweiſen des Mittelalters (der Scholaſtiker) beſagten, ſo haben jene Annahmen von eigenthümlichen magnetiſchen, elektriſchen, Licht- und Wärme-zeugenden u. ſ. w. Grundweſen, oder von magnetiſchen und elektriſchen Flüſſigkeiten, eines Lichtſtoffes und eines Wärmeſtoffes u. ſ. w. ſich, zu Gunſten der Wiſſenſchaft, vor denen verborgenen Urbeſtimmungen dadurch vortheilhaft ausgezeichnet, daß ſie zu zahlreichen neuen Unterſuchungen der durch jene Grundweſen gedeuteten Erſcheinungen, und hiedurch ſowohl zu zum Theil ſehr glänzenden Entdeckungen, als auch zu ſehr nützlichen Erfindungen leiteten, während durch die Annahme unergründlicher Eigenſchaften jeder weitere Verfolg deſſen, was die Erſcheinungen be-

dingt oder ändert, nahe ſo gut wie gänzlich abgeſchnitten wurde. Begreiflicherweiſe wird man übrigens in jenen Gebieten der Natur-Unterſuchung auf die größte Anzahl von einander abweichender Erklärungen ſtoßen, wo es ſich von dem Weſen der Natur ſelbſt und von den lezten Urſachen ihrer Geſammtbeſtimmungen handelt; denn das Weſen der Natur iſt, als ſolches, kein Gegenſtand ſinnlicher Wahrnehmung, und nur aus allgemeinen Betrachtungen abgeleitete Folgerungen führen in ſeine Nähe. Indeſſen iſt es dem denkenden Geiſte Bedürfniß die Gegenſtände ſeiner Forſchungen in allen Beziehungen, und daher auch, wenn die Natur zum Forſchungsgegenſtande gewählt worden, dieſelbe nicht nur ihrer äußeren Erſcheinung, ſondern auch ihres Weſens und mithin den Grundbedingungen ihres Daſeins nach als denkbar aufzufaſſen und zu begreifen, und getrieben von dieſem Bedürfniſſe reizt es ihn: auch dort nach begreiflicher Möglichkeit des vorhandenen Wirklichen zu fragen, wo er im Voraus faſt gewiß iſt auf eine durchgängig erweisliche Antwort verzichten zu müſſen; und ſo geſchieht es, daß ihm gerade da, wo ſtrengſte Erweislichkeit die erſte Anforderung iſt, die er an ſeine Erklärungen zu machen und durch dieſelben zu befriedigen hat, Hypotheſen genügen müſſen, von denen keine, ſey ſie auch noch ſo ſcharfſinnig entwickelt, geſtüzt und begründet, auf unumſtößliche Erweisbarkeit Anſpruch zu machen im Stande iſt.

5) Insbeſondere iſt es den Naturforſchern ſo ergangen mit denen von ihnen verſuchten Erklärungen des Urbeſtandes und der Urtriebe der Natur. Denkt man ſich nemlich, in Betreff des erſteren, Alles hinweg von den leiblichen Dingen, wodurch ſie ſich als beſonders- oder eigen-geartete auszeichnen, ſo bleibt von ihnen nur das Allgemeinſte, das iſt die Thatſache zurück: daß ſie den Raum ausfüllen, den ſie einnehmen. Es fragt ſich nun: iſt dieſes ihr Raumerfüllen ihnen von Anbeginn und unabänderlich eigen, in welchem Fall es nicht weiter weder Gegenſtand der Forſchung noch der Erklärung ſein kann, oder iſt es ein an gewiſſe Grund- oder Ur-Beſtimmungen geknüpftes und durch deren Wirkſamkeit hervorgegangenes, mit denſelben veränderungsfähiges und dadurch mit allen Veränderungen, alſo auch mit ſämmtlichen Beſondernheiten und Eigenthümlichkeiten in Wechſelwirkung ſtehendes, beharrlich ſich erneuerndes Wirkungs-Erzeugniß? Die leiblichen Dinge nur ihrer Raumerfüllung nach gedacht, nennen die Naturforſcher: Materie (oder verſuchsweiſe verdeutſcht Veſte; vergl. m. Experimentalphyſik 2te Aufl. I. S. 53 und S. 63) und dieſe, ſoweit ſie gewichtig oder wägbar iſt Maſſe, jene Grundbeſtimmungen aber, ſo fern man ſie ſich als thätige Urſachen wahrnehmbarer Wirkungen denkt, Ur- oder Grundkräfte; weil man was zur That befähigt Kraft zu nennen gewohnt iſt, und mithin was eine Ur- oder Grund-That erzeugt, folgrecht durch Ur- oder Grund-Kraft bezeichnet wird. Man kann daher jene Frage dahin abkürzen: erfüllt die Materie den Raum lediglich durch ihr

Daſein, oder iſt das Raumerfüllen ein in ihr durch ihre Grundkräfte hervorgegangenes und andauernd hervorgehendes Erzeugniß? Jene, welche der erſteren von dieſen beiden Annahmen huldigen, denken ſich die Materie in Form nicht weiter verkleinerungsfähiger, mithin untheilbarer oder lezter Theilchen, von ihnen Grundtheilchen oder Atome*) genannt, und heißen daher auch Atomiſtiker und die Anſicht ſelbſt die Atomiſtik, oder das atomiſtiſche Syſtem, oder die Corpuscularphiloſophie. Die Atome ſind von Anbeginn her unabänderlich und durchaus unzerſtörbar, aber, ſprechen die neueren Atomiſtiker, ſie ſind nicht alle weſentlich gleich, ſondern es giebt vielmehr, ſo weit wir die Materien bis jezt kennen, deren mehrere verſchiedene Arten, von den Chemikern (deren Unterſuchungen zur Kenntniß jener Artenwerthe führten) Grundſtoffe oder lezte Beſtandtheile, oder chemiſche Elemente, oder Elementarſtoffe genannt; ob dieſe Eigenartungen in einer urſprünglichen Geſtaltsverſchiedenheit der Atome, oder in einer ungleichen Maſſe (mithin in ungleicher Dichte ihrer ſelbſt) gegründet ſind, iſt unentſchieden, daß ſie aber nicht aus Ungleichheiten der Größe hervorgegangen ſein können, bezeugt ihre untheilbare Kleinheit; denn zwiſchen dem Kleinſten kann kein Größenunterſchied obwalten. Früher ließ man die angebliche Ungleichheit der Geſtalt als die Urſache der Verſchiedenheit der Grundſtoffe gelten, gegenwärtig ſtimmen die meiſten Atomiſtiker darin überein, daß ſie ſich die Atome aller Artungen gerundet, gemeinhin kugelrund, aber ungleich dicht, d. h. bei gleichem Raumumfange ungleich großes Gewicht beſitzend vorſtellen. Sie nehmen ferner an, daß die Atome der Verbindung unter einander fähig ſind, und nennen ſie in dieſer ihrer einfachen Verbundenheit Molecule oder Grundkörperchen, die weiter unter ſich verkettet die Körperganze oder die Körper ſelbſt darſtellen. Jene unter den Verfechtern der Atomiſtik, welche Licht und Wärme, zumal die leztere, nicht von Bewegungen der Atome ableiten, ſondern als Wirkungen ſelbſtſtändiger Weſen, des Lichtſtoffes und des Wärmeſtoffes, betrachtet wiſſen wollen, halten entweder dieſe Stoffe ſelbſt für Kügelchen von bis jezt unerforſchlich kleiner Dichte und mithin bis hieher unwägbar kleiner Maſſe, oder für unwägbare Urflüſſigkeiten, von denen die leztere, der ſogenannte Wärmeſtoff, jede Art von Flüſſigkeit, welcher die Grundſtoffe fähig erſcheinen, bedingt und möglich macht; indem er zwiſchen die Molecule ſtarrer Körper tretend, ohne jedes einzelne Molecul derſelben gänzlich zu umhüllen, deren Schmelzung oder Tropfbarwerden, bei gänzlicher Umhüllung hingegen, ſey es der einzelnen Molecule oder der Atome ſelbſt, deren ausdehnſames oder gaſiges,**) entweder

*) Eine dem Griechiſchen entlehnte Benennung, bedeutend Etwas, das ſich nicht theilen läßt.

**) Das Wort Gas ſoll niederländiſchen Urſprungs und von dem Worte Geeſt (Heſenſchaum) abgeleitet worden ſein, indem der niederländiſche Alchemiker und Arzt

luftiges oder dampfiges Flüſſigwerden herbeiführt und bewirkt. Eine ähnliche Beſchaffenheit, wie die des Wärmeſtoffes, geſtehen mehrere Atomiſtiker auch denen von ihnen angenommen magnetiſchen und elektriſchen Flüſſigkeiten zu; ſofern ſie jedoch lezteren nicht ſelten eine Stelle zwiſchen dem Wärmeſtoff und den Gaſen anweiſen, würden ſie vielleicht, unter Berückſichtigung der verſchiedenen phyſiſchen und chemiſchen Verhalten der ſog. Elektricitäten, mehr folgerecht dieſe als urſprünglich gewichtige Atome betrachten: deren jedes einzelne gänzlich von Wärmeſtoff umhüllt iſt, der demſelben folgt, wohin es gezogen oder bewegt wird; was dann übrigens vorausſezte: daß in den Gaſen nicht die einzelnen Atome, ſondern nur die einzelnen Molecule wärmumfloſſen erſcheinen. Diejenigen Atomiſtiker, welche Atome von verſchiedener Größe geſtatten, müſſen ſtatt Atome Molecule ſprechen, wenn ſie mit der Grundanſicht ſelber nicht in Widerſpruch gerathen wollen. Die Verbindung der Atome zu Moleculen ſezt aber voraus: daß die Atome ſich gegenſeitig zur Annäherung zu beſtimmen, d. h. ſich anzuziehen vermögen, und mithin einen Anziehungsgrund enthalten, der, ſofern er thätig wird, ſich als Anziehungskraft bewährt. Dieſer Umſtand nähert die atomiſtiſche Anſicht der anderen, neueren Grundanſicht, der zufolge die Raumerfüllung der Materie ein Erzeugniß ihrer einander entgegenwirkenden und ſich daher gegenſeitig mehr oder weniger begrenzenden Grundkräfte, der Zieh-, Anziehungs- oder Attractiv- und der Dehn- oder Abſtoßungs- oder Repulſiv-Kraft iſt, welche Kräfte jedoch durch ein Drittes (das Bindende, das Verhältniß-Feſtigende, das Band oder die Copula) in ihren einmal eingegangenen Entgegnungsverhältniſſen beharrlich gemacht und gefeſtigt werden. Man nennt dieſe Anſicht, da die Kräfte in ihr die Hauptrolle übernommen haben, die dynamiſche, und ſezt in ihrem Sinne voraus, wenn man der älteren atomiſtiſchen ſich möglichſt nähern will, daß die Atome Erzeugniſſe der einander in beſtimmter und beharrlicher (fixirter) Größe entgegenwirkenden Grundkräfte ſeyen; daß aus dieſer Entgegnung die jeder Art von Atomen eigenthümliche Dichte (Eigendichte) hervorgehe, die unveränderlich iſt, während die Dichte der Molecule, nach Maaßgabe der Wärme (d. i. einer

---

Joh. Baptiſt van Helmont (geb. 1577 zu Brüſſel, geſtorben den 30. Decbr. 1644) die den Bierſchaum auftreibende und deſſen Blaſen füllende, unathembare und unentzündliche, ſchwere, oder ſog. fixe, jezt Kohlenſäure- oder Carbonſäure-Gas genannte Luft durch die lateiniſche Benennung Gas sylvestre bezeichnete; jezt verſteht man darunter jede ausdehnſame (elaſtiſche) Flüſſigkeit, gleichviel, ob ſie, wie der Dampf (z. B. Waſſerdampf) durch Kälte in Tropfen oder in ſtarre (feſte) Materie verkehrt werden kann, oder ob ſie, gleich der Luft, kältebeſtändig iſt. Viele nennen jedoch auch nur die Lüfte Gaſe, hingegen nicht die Dämpfe, und ſprechen daher z. B. nicht von Waſſergas, ſondern von Waſſerdampf, hingegen wohl von Waſſerſtoffgas (oder Hydrogengas, ſonſt brennbare Luft genannt) und von Sauerſtoffgas (oder Oxygengas, ſonſt durch Lebensluft oder dephlogiſtiſirte Luft oder Feuerluft bezeichnet), aber nicht von Waſſerſtoffdampf oder Sauerſtoffdampf.

den Atomen ertheilten, aber nicht zu deren Trennung führenden, nach Außen hingerichteten, excentriſchen Bewegung; nach Anderen aber mit der dynamiſchen Anſicht ſelber im Widerſpruche ſtehend, einer Wirkung der freien Dehnkraft) mannigfacher und der Größe nach ſehr verſchiedener Abänderung ſich fähig zeigt; daß wenn die Dehnkraft der Atome über deren Grenze hinauswirkt, zwiſchen ſolchen Atomen Abſtoßung eintritt, wenn hingegen deren Ziehkräfte ſich gegenſeitig äußern, ſtatt Abſtoßung gegenſeitige Anziehung erfolgt; daß, falls nur Abſtoßung in den einzelnen Atomen wirkſam wäre: Zerſtiebung derſelben und damit Aufhebung aller Körperlichkeit, und, wenn nur Anziehung zwiſchen ihnen obwaltete: Einengung aller Atome in den möglichſt kleinſten Raum erfolgen würde. Jede dieſer Meinungen über das Weſen des Urbeſtandes der leiblichen Dinge hat, bis auf den heutigen Tag, ihre Vertheidiger, und keiner derſelben hat Urſache ſich als von ſeinem Gegner für überwunden zu erachten; am brauchbarſten, für die Erklärungen des Beſtandes wie der Veränderungen der leiblichen Dinge, iſt die ſo eben entwickelte Vereinigung beider Hypotheſen; was ſich aber auch dieſer Erklärungsweiſe, und mithin auch jedem ihrer einzelnen Theile, denſelben für ſich betrachtet, unabweisbar entgegnen läßt, iſt an verſchiedenen Stellen meiner oben erwähnten Grundzüge der Phyſik, zumal im I. Bande S. 34 — 38, 48, 166, und im II. B. S. 258, 425 angemerkt worden. Insbeſondere iſt es auch der Begriff Kraft, der in keiner dieſer Anſichten mit vollkommener Klarheit entwickelt hervortritt; denn will man es ſich klar machen, wie eine Kraft über die Grenze ihres Trägers hinaus ſich wirkſam zeigen könne, ſo bleibt nichts weiter übrig als anzunehmen: daß ſie auf die nächſte Umgegend und von dieſer zur entfernteren bewegend wirke; iſt dieſes aber der Fall, ſo bedarf es überhaupt der Annahme von Kräften nicht, ſondern Bewegung und deren Fortpflanzung reicht überall zur Erklärung aus, wo man die Materien durch Kräfte, ſey es bei gegenſeitiger Berührung oder in die Ferne hinaus, auf einander wirken läßt. Sagt man daher z. B. die Weltkörper ziehen ſich aus der Ferne her gegenſeitig an, und eben ſo auch gegenſeitig alle zu einem leiblichen Dinge gehörigen Theilchen (oder gravitiren gegen einander, oder, was daſſelbe bedeutet: ſind gegen einander ſchwer) im geraden Verhältniß ihrer Maſſen oder Gewichte und im verkehrten des Quadrats ihrer Abſtände oder Entfernungen, in Folge ihrer allgemeinen Anziehungs- oder Schwer-Kraft, ſo kann man ſich dieſes gegenſeitige Wirkungsverhältniß nur klar denken, wenn man vorſtehende Ausſage wie folgt abändert: alle Theilchen der Materien, und mithin auch die aus ihnen zuſammengeſezten Weltkörper, befinden ſich ſeit Anbeginn in beharrlicher concentriſcher, d. i. nach Innen gerichteter Bewegung und theilen dieſe Bewegung ihren nächſten Umgebungen, und dieſe wieder denen ihrer nächſten, den Theilchen mehr entfernten Umgebungen und ſo fort mit. Die Wirkſam-

keit einer Bewegung, oder, wie die Schule ſpricht: die Bewegungsgröße iſt aber das Erzeugniß aus der Geſchwindigkeit (aus dem Zeitverbrauch in Beziehung auf einen beſtimmten Raum, oder für eine gegebene Bahn) und aus der Maſſe *); wären die Bewegungsgrößen der Erde und der Sonne gleich, und wäre nicht die der lezteren bedeutend beträchtlicher (wie ſie denn wirklich iſt) ſo würden beide Weltkörper ſich gegenſeitig umlaufen, d. h. einer würde um den andern ſchwingen, während jeder ſich um ſeine Axe drehete; etwas Aehnliches bieten die ſog. Doppeltſterne oder Gegenſonnen dar.

6) Man kann die Schwere zugleich als einen Urtrieb betrachten, wie ſolches in m. angeführten Schriften (z. B. in m. Grundzügen I. 35) geſchehen iſt, wo als lezter Grund derſelben (ſo wie überhaupt aller Arten von Anziehung) eine gegenſeitige Ergänzungs-Beſtimmung aller raumerfüllenden Theilchen (aller ein-

*) Das heißt alſo: multiplicire die Maſſe mit der Geſchwindigkeit, oder die Geſchwindigkeit mit der Maſſe, ſo erhältſt du die Bewegungsgröße. Bewegung ſelbſt aber iſt Orts-Wechſel, d. i. Aenderung eines beſtimmten Raumes; Wechſel des Ortes iſt aber nicht möglich ohne Verbrauch von Zeit, und jede Aenderung der leiblichen Dinge hat ſtatt im Raume und erfolgt in der Zeit; gleichviel ob der Ortswechſel von dem ganzen Dinge gilt, was dann fortſchreitende Bewegung genannt wird, oder nur von ſeinen einzelnen Theilen, was man allgemein durch Schwung oder Erſchütterung bezeichnet. Es können leibliche Dinge fortbewegt werden, ohne daß dabei nothwendig auch ihre Theilchen innerhalb des Dinges im vorübergehenden Stellungs-Wechſel d. i. in Erſchütterung gerathen, und umgekehrt können dergleichen Theilchen erſchüttert werden, ohne daß das Ganze, zu dem ſie gehören, und das ſie zuſammengenommen darſtellen, aus der Stelle rückt. Es kann aber auch beides zugleich und miteinander ſtattfinden. Sämmtliche Theilchen der Erde z. B. ſind nicht nur ununterbrochen in concentriſcher Bewegung begriffen (und aus dieſem Grunde hat die vormals vielbeſprochene und beſtrittene Frage nach der Beweglichkeit, oder nach dem Wie des In-Bewegung-gerathen eines Ruhenden, keinen Sinn; denn wirkliche Ruhe giebt es nicht, und Alles was da iſt, iſt auch von Anbeginn bewegt; und In-Bewegung-ſetzen heißt ſtreng genommen nichts weiter: als die Richtung und die Geſchwindigkeit des Urſprünglich-Bewegten ändern) oder, wie die Schule ſpricht: gegenſeitig ſchwer, ſondern ſie ſind zugleich auch, in Folge des täglichen Umſchwungs der Erde um ihre Axe, in einer nicht minder ſtetig ſich erneuenden Minderung der Größe jener Bewegung befangen, weil der Umſchwung (Axendrehung) nach Außen treibend, d. i. excentriſch auf dieſelben einwirkt. Zugleich ändern aber auch alle zuſammengenommen fortdauernd ihre Geſammtſtelle im Weltraum, weil die, in der Richtung von Weſten nach Oſten, binnen 24 Stunden um ihre geographiſche Axe ſich drehende Erde, in derſelben Richtung zugleich im Raume fortſchwingt, indem ſie, in die concentriſche Bewegung der Geſammttheile der ebenfalls weſtoſtwärts, jedoch binnen 25 Tagen 14 Stunden und 8 Minuten um ihre Axe ſich ſchwingenden Sonne geriſſen, dieſe in Jahresfriſt, oder genauer geſprochen in 365 Tagen 5 Stunden 48 Minuten und 48 Secunden umläuft, und ſie würde hiebei unfehlbar in die Sonne ſtürzen, wenn ſie nicht dagegen geſchüzt wäre ſowohl durch ihre eigene gegen die Sonne gerichtete concentriſche Bewegung, als hauptſächlich auch durch die von der Sonne abtreibende Richtung, die ihren Umſchwung herbeiführte und die ſich unausgeſezt gleichmäßig erhält. Uebrigens wird weder die Schwere der Erde zur Sonne, noch jene der Sonne zur Erde durch Bewegungen geſtört, welche nur die einzelnen Theile des einen oder des anderen dieſer Weltkörper treffen, und Sonne wie Erde könnte z. B. von Zeit zu Zeit durch und durch erſchüttert werden, ohne daß dadurch die concentriſche Geſammtbewegung weder der einen noch der anderen irgend Einbuße erlitte.

den Atomen ertheilten, aber nicht zu deren Trennung führenden, nach Außen hingerichteten, excentriſchen Bewegung; nach Anderen aber mit der dynamiſchen Anſicht ſelber im Widerſpruche ſtehend, einer Wirkung der freien Dehnkraft) mannigfacher und der Größe nach ſehr verſchiedener Abänderung ſich fähig zeigt; daß wenn die Dehnkraft der Atome über deren Grenze hinauswirkt, zwiſchen ſolchen Atomen Abſtoßung eintritt, wenn hingegen deren Ziehkräfte ſich gegenſeitig äußern, ſtatt Abſtoßung gegenſeitige Anziehung erfolgt; daß, falls nur Abſtoßung in den einzelnen Atomen wirkſam wäre: Zerſtiebung derſelben und damit Aufhebung aller Körperlichkeit, und, wenn nur Anziehung zwiſchen ihnen obwaltete: Einengung aller Atome in den möglichſt kleinſten Raum erfolgen würde. Jede dieſer Meinungen über das Weſen des Urbeſtandes der leiblichen Dinge hat, bis auf den heutigen Tag, ihre Vertheidiger, und keiner derſelben hat Urſache ſich als von ſeinem Gegner für überwunden zu erachten; am brauchbarſten, für die Erklärungen des Beſtandes wie der Veränderungen der leiblichen Dinge, iſt die ſo eben entwickelte Vereinigung beider Hypotheſen; was ſich aber auch dieſer Erklärungsweiſe, und mithin auch jedem ihrer einzelnen Theile, denſelben für ſich betrachtet, unabweisbar entgegnen läßt, iſt an verſchiedenen Stellen meiner oben erwähnten Grundzüge der Phyſik, zumal im I. Bande S. 34 — 38, 48, 166, und im II. B. S. 258, 425 angemerkt worden. Insbeſondere iſt es auch der Begriff Kraft, der in keiner dieſer Anſichten mit vollkommener Klarheit entwickelt hervortritt; denn will man es ſich klar machen, wie eine Kraft über die Grenze ihres Trägers hinaus ſich wirkſam zeigen könne, ſo bleibt nichts weiter übrig als anzunehmen: daß ſie auf die nächſte Umgegend und von dieſer zur entfernteren bewegend wirke; iſt dieſes aber der Fall, ſo bedarf es überhaupt der Annahme von Kräften nicht, ſondern Bewegung und deren Fortpflanzung reicht überall zur Erklärung aus, wo man die Materien durch Kräfte, ſey es bei gegenſeitiger Berührung oder in die Ferne hinaus, auf einander wirken läßt. Sagt man daher z. B. die Weltkörper ziehen ſich aus der Ferne her gegenſeitig an, und eben ſo auch gegenſeitig alle zu einem leiblichen Dinge gehörigen Theilchen (oder gravitiren gegen einander, oder, was daſſelbe bedeutet: ſind gegen einander ſchwer) im geraden Verhältniß ihrer Maſſen oder Gewichte und im verkehrten des Quadrats ihrer Abſtände oder Entfernungen, in Folge ihrer allgemeinen Anziehungs- oder Schwer-Kraft, ſo kann man ſich dieſes gegenſeitige Wirkungsverhältniß nur klar denken, wenn man vorſtehende Ausſage wie folgt abändert: alle Theilchen der Materien, und mithin auch die aus ihnen zuſammengeſezten Weltkörper, befinden ſich ſeit Anbeginn in beharrlicher concentriſcher, d. i. nach Innen gerichteter Bewegung und theilen dieſe Bewegung ihren nächſten Umgebungen, und dieſe wieder denen ihrer nächſten, den Theilchen mehr entfernten Umgebungen und ſo fort mit. Die Wirkſam-

keit einer Bewegung, oder, wie die Schule ſpricht: die Bewegungsgröße iſt aber das Erzeugniß aus der Geſchwindigkeit (aus dem Zeitverbrauch in Beziehung auf einen beſtimmten Raum, oder für eine gegebene Bahn) und aus der Maſſe *); wären die Bewegungsgrößen der Erde und der Sonne gleich, und wäre nicht die der lezteren bedeutend beträchtlicher (wie ſie denn wirklich iſt) ſo würden beide Weltkörper ſich gegenſeitig umlaufen, d. h. einer würde um den andern ſchwingen, während jeder ſich um ſeine Axe drehete; etwas Aehnliches bieten die ſog. Doppeltſterne oder Gegenſonnen dar.

6) Man kann die Schwere zugleich als einen Urtrieb betrachten, wie ſolches in m. angeführten Schriften (z. B. in m. Grundzügen I. 35) geſchehen iſt, wo als lezter Grund derſelben (ſo wie überhaupt aller Arten von Anziehung) eine gegenſeitige Ergänzungs-Beſtimmung aller raumerfüllenden Theilchen (aller ein-

*) Das heißt alſo: multiplicire die Maſſe mit der Geſchwindigkeit, oder die Geſchwindigkeit mit der Maſſe, ſo erhältſt du die Bewegungsgröße. Bewegung ſelbſt aber iſt Orts-Wechſel, d. i. Aenderung eines beſtimmten Raumes; Wechſel des Ortes iſt aber nicht möglich ohne Verbrauch von Zeit, und jede Aenderung der leiblichen Dinge hat ſtatt im Raume und erfolgt in der Zeit; gleichviel ob der Ortswechſel von dem ganzen Dinge gilt, was dann fortſchreitende Bewegung genannt wird, oder nur von ſeinen einzelnen Theilen, was man allgemein durch Schwung oder Erſchütterung bezeichnet. Es können leibliche Dinge fortbewegt werden, ohne daß dabei nothwendig auch ihre Theilchen innerhalb des Dinges im vorübergehenden Stellungs-Wechſel d. i. in Erſchütterung gerathen, und umgekehrt können dergleichen Theilchen erſchüttert werden, ohne daß das Ganze, zu dem ſie gehören, und das ſie zuſammengenommen darſtellen, aus der Stelle rückt. Es kann aber auch beides zugleich und miteinander ſtattfinden. Sämmtliche Theilchen der Erde z. B. ſind nicht nur ununterbrochen in concentriſcher Bewegung begriffen (und aus dieſem Grunde hat die vormals vielbeſprochene und beſtrittene Frage nach der Beweglichkeit, oder nach dem Wie des In-Bewegung-gerathen eines Ruhenden, keinen Sinn; denn wirkliche Ruhe giebt es nicht, und Alles was da iſt, iſt auch von Anbeginn bewegt; und In-Bewegung-ſetzen heißt ſtreng genommen nichts weiter: als die Richtung und die Geſchwindigkeit des Urſprünglich-Bewegten ändern) oder, wie die Schule ſpricht: gegenſeitig ſchwer, ſondern ſie ſind zugleich auch, in Folge des täglichen Umſchwungs der Erde um ihre Axe, in einer nicht minder ſtetig ſich erneuenden Minderung der Größe jener Bewegung befangen, weil der Umſchwung (Axendrehung) nach Außen treibend, d. i. excentriſch auf dieſelben einwirkt. Zugleich ändern aber auch alle zuſammengenommen fortdauernd ihre Geſammtſtelle im Weltraum, weil die, in der Richtung von Weſten nach Oſten, binnen 24 Stunden um ihre geographiſche Axe ſich drehende Erde, in derſelben Richtung zugleich im Raume fortſchwingt, indem ſie, in die concentriſche Bewegung der Geſammttheile der ebenfalls weſtoſtwärts, jedoch binnen 25 Tagen 14 Stunden und 8 Minuten um ihre Axe ſich ſchwingenden Sonne geriſſen, dieſe in Jahresfriſt, oder genauer geſprochen in 365 Tagen 5 Stunden 48 Minuten und 48 Secunden umläuft, und ſie würde hiebei unfehlbar in die Sonne ſtürzen, wenn ſie nicht dagegen geſchüzt wäre ſowohl durch ihre eigene gegen die Sonne gerichtete concentriſche Bewegung, als hauptſächlich auch durch die von der Sonne abtreibende Richtung, die ihren Umſchwung herbeiführte und die ſich unausgeſezt gleichmäßig erhält. Uebrigens wird weder die Schwere der Erde zur Sonne, noch jene der Sonne zur Erde durch Bewegungen geſtört, welche nur die einzelnen Theile des einen oder des anderen dieſer Weltkörper treffen, und Sonne wie Erde könnte z. B. von Zeit zu Zeit durch und durch erſchüttert werden, ohne daß dadurch die concentriſche Geſammtbewegung weder der einen noch der anderen irgend Einbuße erlitte.

zelnen Materien) angenommen wird; weil die Theilchen nicht das Ganze ſind, ſondern es vielmehr durch ihre Geſammtheit darſtellen, ſo ſcheinen ſie fortdauernd der Urbeſtimmung unterworfen: dieſes Ganze zu bilden, und der höhere Grund ihrer concentriſchen Bewegung iſt die, aus der Getheiltheit ihnen erwachſene und vermöge derſelben verbleibende Beſtimmung jedes einzelnen Theiles: mit allen übrigen Theilen ſich zum Ganzen zu verbinden. Will man dieſe hypothetiſche Vorausſetzung gelten laßen (einen anderen Natur-Erweiß als das Phänomen, oder als die Erſcheinung der Anziehung ſelbſt, giebt es nicht dafür), ſo muß man auch dem Ganzen (dem Weltganzen) das Vermögen (die Wirkungs-Möglichkeit; zum Unterſchiede von der durch das Wort Kraft bezeichneten Wirkſamkeit d. i. Wirklichkeit des Wirkens) oder vielmehr die von Beſeelung zeugende Fähigkeit: ſich ſelber zum Thun beſtimmen zu können, und mithin All-Leben (Allbelebtſein) zugeſtehen, das als ununterbrochen andauerndes und ſtetig (ohne Unterbrechung *) ſich erneuendes Welltall-Ereigniß in jedem Weltkörper, in einem deſſen Beſonderheit oder Eigenthümlichkeit entſprechendem Wirkungsmaaße und dieſem zugehörigen Wirkungsweiſe, ſich wiederholt, und das — ſo kann man, wenn man Obiges einmal zugegeben hat, weiter folgern — in denen Leben der einzelnen Organismen (Einzel-Lebweſen) wiederholt, durch größere Beweglichkeit und innigere gegenſeitige Abhängigkeit des Stoffes zu Abänderungen gelangt iſt, die es als ein mehr oder weniger geſondertes und durch die Sonderung ſelbſtſtändiges Phänomen (Erſcheinungs-Folge) ſich entwickeln laßen, und das dort, wo es in der Zeitlichkeit dem Geiſte als Eigenthum verfällt (z. B. für die Erde und auf derſelben in dem Menſchen) dieſen theils in die Bedingungen wie in die Folgen ſeines eigenen Wirkens verflicht, theils, ſeiner hienieden letzten Beſtimmung gemäß, demſelben ſich gänzlich unterordnet **).

7) Wie ſich Demjenigen, welcher über die Bedeutung der Naturerſcheinungen und deren lezte Gründe nachſinnet, die Schwere kenntlich macht: als urſprünglicher Ergänzungstrieb, ſo läßt ſich auch auffaſſen jedes einzelnen, leiblichen Dinges eigengeartetes Daſein und Wirken: als Folge eines Urtriebes, der dort, wo er zur freieren Walte gelangt die Selbſterhaltung zum Ziele nimmt, der in denen im Entwickeln begriffenen Lebweſen als Bildungstrieb ſich geltend

*) Jede Bewegung iſt ſtetig, heißt: kein Bewegtes kann ſeine alte Stelle mit einer neuen, mehr oder weniger entfernten wechſeln, ohne die zwiſchen beiden Stellen befindlichen Räume zu durchlaufen, oder: die Theilchen (Punkte) jeder Bahn hängen ununterbrochen zuſammen, und der auf ihr ſtattfindende Ortswechſel trifft jedes Punkt derſelben.

**) Mehr hierüber bieten dar S. 3 ff. der Einleitung zu meiner „Vergleichenden Ueberſicht des Syſtems der Chemie“ (Halle 1820. 4.) und hinſichtlich der Lebenszeichen der Erde die Schlußworte des lezten (II.) Bandes m. „Handbuchs der Meteorologie.“ Erlangen. 1825—30. 8. S. 591—592 daſelbſt.

macht, und in den **Kunſttrieben**, wie in den **Inſtincten** mit geſteigerter Eigenthümlichkeit hervortritt. In der einfachſten und unzerſtörbarſten Wirkungsform waltet dieſer ſogenannte blinde Trieb in der Sicherung des Eigenwerthes der verſchiedenen **Grundſtoffe** (oben B. 5. S. 5). Dieſe mögen nämlich mit einander bis zur ſcheinbar gänzlichen Unkenntlichkeit ihrer ſelbſt verbunden ſein, immer doch vermögen ſie, durch von Außen her bewirkte Wiederaufhebung der Verbindung, zurückzukehren zu ihrem urſprünglichen vollen Eigenwerthe, zu ihren vormaligen Beſchaffenheiten und Eigenſchaften, ohne daß dieſe die mindeſte Aenderung erlitten hätten. Wie aber die Eigenartung der Grundſtoffe, ſo iſt es auch, und, was hier um ſo mehr auffallend erſcheint, in faſt ebenſo hohem Grade unverwüſtlich: jene der Einzel-Lebweſen oder organiſchen Individuen; und iſt auch das einzelne lebendige Weſen (die einzelne Pflanze, das einzelne Thier, der einzelne Menſch) nicht unzerſtörbar, ſondern vielmehr jedes derſelben nach kürzerer oder längerer Zeit vergänglich, ſo bleibt unvergänglich doch und damit über der Macht des Todes erhaben: das Zeichen der Abſtammung, die **Muſterform** (Typus) jedes einzelnen Organismus, und ſelbſt da, wo dieſe durch gewaltſame Bewegungen in und auf der Erde, durch ſogenannte Erdrevolutionen, einige Abänderungen erlitten, iſt ſie ihrer urſprünglichen Grundanlage nie ganz entfremdet. Am meiſten aber geſichert gegen ſolche und ähnliche Abänderungen, die vielleicht nie in wirkliche Umänderungen übergehen, erſcheint die Muſterform dort, wo, was ſie bedingt und was ſie zur Offenbarung und Aeuſſerung treibt, wo die Seele des Lebweſens in dem ſie beherrſchenden Geiſte die höhere Einheit findet, und wo ſich ihrem Wirken durch die freieſte Bewegung die vollendeteſte Vermittelung erſchließt, in dem **Menſchen**; denn dieſer, wie er eher, leichter und vollſtändiger an den Wechſel des Klima's, der Nahrung und der Witterung zu gewöhnen ſich vermag, als irgend eines der bekannten Thiere, oder der von den Menſchen in Zucht genommenen Pflanzen, ſo iſt er auch unter allen Lebweſen am meiſten ſich gleich geblieben, und während er durch Zucht und Pflege viele Pflanzen und Thiere (die jetzigen Hausthiere, mehrere Getreide- und Gemüs-Arten) von ihren urſprünglichen Kennwerthen zum Theil bis zur Unkenntlichkeit entfernte, verblieb ihm Jahrtauſende hindurch ſeine Leibesbeſchaffenheit in nahe unveränderter Form; ohne Zweifel: weil in ihm allein Leib und Seele der höheren, **untheilbaren** und **ſchon darum unzerſtörbaren** als in ſich freien Thätigkeit ſich kundgebenden Einheit, weil ſie dem Geiſte ſich untergeordnet finden*). — **Urtriebe**, wie jene der Selbſterhaltung, Bildung u. ſ. w., und mehrere andere ſcheinen nun freilich in der Natur obzuwalten; indeſſen bleibt

*) Ueber den Unterſchied von Materie und Geiſt, ſ. m. Grundzüge der Phyſik und Chemie I. 2 und 31 und II. 9.

die Zuläſſigkeit derſelben, gleich jener der Vermuthungen über den *Urbeſtand* (oben Bemerk. 5. S. 5) ſtets noch dem Zweifel unterworfen; zumal für ſolche Forſcher, denen jedes Denken und Forſchen über die Natur, das über die Grenze der Erſcheinungen hinausgeht, ebenſo unnütz als für das Heil der Wiſſenſchaft gefährlich dünkt. Allerdings gilt dieſe Forderung: mit den Erklärungen nicht über die Erſcheinungen hinauszugehen überall, wo es ſich von der Unterſuchung der einzelnen Erſcheinungen als ſolchen handelt; wo aber die Frage nach dem Zuſammenhange aller Erſcheinungen und damit nach ihrem Urſprunge und innerſtem Grunde aufgeworfen wird, kann das Ableiten einer Erſcheinung von der andern nicht mehr genügen; weil ſonſt was als Erklärung ausgegeben wird, ſelbſt erſt der Erklärung bedarf, um dem Gebiete des „Nachdenkens über das Ganze" überwieſen werden zu können. Für den der *nur* nach den Anwendungen der Naturgeſetze fragt, iſt es freilich gleichgültig, ob er die Hypotheſen über die lezten Gründe des Beſtandes und der Veränderungen leiblicher Dinge in Erwägung zieht oder nicht; ſofern er jedoch die Natur nicht nur beachtet, weil die Kenntniß ihrer Geſetze ſeinen gewerblichen Leiſtungen förderlich iſt, ſondern ſie vielmehr liebgewinnt, weil ſie ſeinen Verſtand aufhellend und ſein Gemüth erfreuend, ihm über ſein eigenes zeitliches Verhältniß zu ihr nicht ſelten ungeahndeten Aufſchluß gewährt, und ihm dort Wahrheit finden ließ, wo er ſonſt in Täuſchung befangen und in Irrthum verſtrickt war, ſolchem Forſcher wird auch jeder Denkverſuch willkommen ſein, der ſeinen Geiſt reizt die Naturerſcheinungen auch dort noch zu verfolgen, wo ſie ſcheinbar enden, und wo man entweder jeder weiteren Forſchung entſagen oder ſich entſchließen muß, keine Mühe des Nachdenkens zu ſcheuen um einzuſehen — nicht nur was die Natur thut, ſondern *wie* und *wodurch* ſie es thut, und damit denn auch: *was* ſie an ſich und warum ſie ſo und nicht anders iſt und wirket, wie ſie ſich zeiget und wie ſie ſich behauptet. Nicht ſelten hat übrigens auch die genaue Beſtimmung des *Was* der Naturthätigkeit, d. i. der Naturgeſetze, zur Entdeckung der dieſen zum Grunde liegenden Urſachen geführt*).

*) Nicht ſelten finden ſich bei den Naturforſchern, zumal in den Schriften der älteren, wahre Erfahrungsſätze in einer Weiſe ausgeſprochen, daß ſie die Kenntniß der Urſache des Erfahrungsſatzes zu enthalten ſcheinen und dadurch von der Aufſuchung dieſer Urſache abhalten. So z. B. erklärten die ſcholaſtiſchen Phyſiker das Aufgeſogenwerden des Waſſers in der *Handſpritze* und in der gemeinen *Saugpumpe* (auch wohl *Pumpe* ſchlechthin genannt), aus einem *Abſcheu der Natur vor dem leeren Raume* (fuga vacui), verbargen aber unter dieſer angeblichen Erklärung den Erfahrungsſatz: daß hinreichend bewegliche Materien innerhalb der Luft gegen jeden luftleeren Raum getrieben werden; genauere Beſtimmung der hieher gehörigen Fälle fügte aber hinzu: daß ſolches nur ſo lange geſchehe, bis die von der Luft in den leeren Raum getriebene Materie (z. B. das Waſſer der Erde in den Pumpenſtiefel, d. i. in die Pumpenröhre, nachdem der den Innenflächen der Röhre luftdicht anſchließende Pumpenkolben, d. i. die Pumpenſtange, ſo weit wie möglich in die Höhe gehoben oder gezogen worden), kraft ihres Gewichtes, einen ebenſo gro-

2.

Freude an der Natur, reine und lautere, wird aber nicht nur dem mit ihr ſpielenden Kinde und dem ihr Walten beherzigenden Greiſe, ſondern ſie geleitet auch den gereiften, denkenden Menſchen, den jugendlichen wie den greiſenden, der ſich ihr *forſchend* nahet; der ſie vergleichend betrachtet, um ſie in den Behauptungen ihrer Einzelnheiten, in deren gegenſeitigen Abhängigkeiten und dadurch vermittelten und bedingten Wandelbarkeiten, zu erkennen und zu verſtehen; den ſie unabläßig reizt den Zuſammenhang ihrer Erſcheinungen und den Grund derſelben aufzuſuchen, um durch dieſen jenen begreiflich zu finden; der, wenn er zum Höchſten und Lezten ſtrebt, unausgeſezt ringet ihr Weſen zu ergründen, und der, wenn er ſich doch endlich eingeſtehen muß: ſeines Theiles dieſes höchſte und lezte Ziel nicht erreicht zu haben, dennoch dankbar gegen den Schöpfer und Erhalter der Natur und dadurch innerlich froh bleibt ob jeder, auch noch ſo geringfügig ſcheinenden Erweiterung und tieferen Begründung ſeines Wiſſens von der Natur; weil ſolche Erweiterung und wiſſenſchaftliche Feſtigung die Arbeit aller im Dienſte der Menſchheit forſchenden und hiedurch brüderlich vereinten Denker fördert, und, vor Allem: weil ſie ihn und alle Mitforſcher — der *Wahrheit* nähert. Denn alles wirkliche Forſchen iſt ein mehr oder weniger eifriges Suchen der Wahrheit, und der Trieb hiezu, zunächſt ſich äußernd in *Wißbegierde*, iſt dem Menſchen eingeboren — wie ſein Gewiſſen; und wie dieſes ihn zwingt über ſein eigenes Wollen und Vollbringen, ſo weit es ſein und der Nächſten (der übrigen Menſchen) Heil berührt zu richten, ſo treibt den Wißbegierigen auch unausgeſezt und unabweisbar die Liebe zur Wahrheit: ſich zu *enttäuſchen* über die Welt, wie ſie erſcheint und wie ſich giebt.

ßen Druck gegen die Luft ausübet, als dieſe gegen ſie leiſtet, und daß, wenn daher der luftleere Raum (der über dem Erdwaſſer in der Pumpenröhre durch das Aufziehen des Kolben entſtehende, oder, beim *Barometer*, der Raum in dem längeren Röhrentheil oberhalb des Queckſilbers) weiter reicht, als die bewegliche Materie durch die einſeitig drückende Luft hinaufgeſchoben zu werden vermag, eine Leere übrig und *unerfüllt bleibt*, troz des angeblichen Abſcheus der Natur vor der Leere.

Denn in Täuſchungen verflochten und dem Scheine unterthan tritt der Menſch in die Welt, aber nicht dem Scheine ſondern allein der Wahrheit will und ſoll der Forſchende ſich vertrauen, und nur was dieſe ihm bietet, erfreuet ſein Herz und feſtiget ſein Vertrauen *).

3.

Der Wege zur Wahrheit ſind mehrere, aber den Naturforſcher führet allein ſicher zu ihr nur der eine, den die Erfahrung gewährt. Die Kunſt zu erfahren iſt ſo alt, wie der Gebrauch, den die Menſchen von ihrem Vergleichungs- und Beurtheilungs-Vermögen gemacht haben und machen; aber nur der rechte Gebrauch dieſer höheren Vermögen iſt es, der zu wirklichen Erfahrungen leitet **). Ja es iſt dieſer Gebrauch gewiſſermaaßen die Kunſt: als denkender Menſch zu leben; denn nur was man als beſonnener und umſichtiger, der Beherrſchung ſeiner Gefühle und ſeiner Einbildungskraft, ſeiner

---

*) Erkenntniß und Ergründung der Natur iſt das Ziel aller wiſſenſchaftlichen Forſchung über dieſelbe. Zeigt dieſes Ziel ſich öfters auch dem Forſcher in ſo großer Ferne, daß er an der Erreichung deſſelben zu zweifeln verſucht wird, ſo verliert er als gebildeter Menſch es darum doch nie aus den Augen. Denn es iſt nicht nur das geiſtige Band, das ihn mit den Naturforſchern aller Jahrhunderte in Verbindung ſezt, ſondern unſtreitig zugleich auch, in Beziehung auf der Menſchen irdiſche Wallfahrt, der denkenden Menſchheit würdigſte Aufgabe. Jeder auch noch ſo kleine Schritt, der ihn jenem Ziele nähert, jede auch noch ſo geringfügig ſcheinende Vermehrung und Vervollſtändigung ſeiner Natur-Kenntniſſe hat für ihn innige Freude im Gefolge, und dankbar gegen den Spender ſolcher Freude, gegen Gott (denn alle gute Gabe kommt von ihm, dem Allgütigen) und ob ſolchen Dankgefühls von Herzen froh, verfolgt er wohlgemuth jede neue Spur, welche eigene oder fremde Beobachtungen oder Verſuche ihm eröffnen, im Voraus gewiß: daß er neuen Antworten entgegenſehen darf, wenn er in neuen Formen zu fragen und die neuen Fragen in der rechten Weiſe zu ſtellen und zu verfolgen weiß. So haben es die ächten Naturforſcher aller Zeiten gehalten, und indem einer des andern Wegweiſer wurde, ward es möglich, bis zu unſeren Zeiten herauf, die Geſammtergebniſſe ſolcher Forſchungen zu einem Forſchungsganzen, zur zeitgemäß vollendeten Naturwiſſenſchaft folgerecht zu verbinden.

**) Ueber die „Kunſt zu erfahren“ können mit Nutzen nachgeleſen werden die S. 18 des I. B. der 2ten Auflage m. Experimentalphyſik erwähnten Schriften Sennebier's, Zimmermann's, Carrard's, Schmidt's und Nollet's. Ungemein lehrreich ſind, zumal für Forſchungen zu ärztlichen Zwecken, die Schriften des Hippokrates; wie man mit Nüchternheit beobachten und mit Ruhe aus den Beobachtungen folgern könne, ohne in die Folgerung mehr aufzunehmen, als ſie ihren Bedingungen und ihrer an dieſe geknüpften innern Nothwendigkeit nach zuläßt, das kann man aus den hinterlaſſenen Werken des großen altgriechiſchen Arztes lernen.

Erwartungen und Vermuthungen Meiſter bleibende Denker erlebte, das allein hat man wirklich erfahren. Dieſes auf die Naturforſchung angewendet, beſteht jene Kunſt hauptſächlich in der Ausübung folgender dreierlei Verrichtungen: 1) mittelſt geſunder und durch Uebung hinreichend geſchärfter Sinne die Natur rein gegenſtändlich aufzufaſſen, oder, wie man ſehr treffend zu ſagen pflegt: ſie wahrzunehmen; 2) das Wahrgenommene vergleichend zu bemeſſen, und zwar entweder lediglich auf dem Wege der Beobachtung, nemlich ohne dabei an dem Gegenſtande ſelbſt etwas zu ändern (ſo daß man nur bemißt, was die Natur im Laufe ihrer Ereigniße ſelber und ohne des Menſchen Zuthun oder Vermittelung darbietet), oder, durch Verſuche (Experimente), das iſt unter zwar willkührlicher, aber mit Ueberlegung gewählter Abänderung der Umſtände und Verhältniße, unter denen der wahrgenommene Gegenſtand die Art ſeiner Eigenheit und das Maaß ſeiner Gemeinſamkeit im Verhalten mit anderen Gegenſtänden offenbart; und 3) die Beobachtungs- und Verſuchs-Ergebniße richtig zu beurtheilen, womit man ihnen dann zugleich die Stelle anweiſet, die ſie in der wiſſenſchaftlichen Verknüpfung der Naturgeſetze zum gehörig geordneten Ganzen, oder, wie man ſolches ſchulgemäß benennt: die ſie im Syſteme der reinen Naturlehre einzunehmen haben. Iſt dieſe Stellung des Erforſchten glücklich gefunden, ſo wird es dann auch leicht, falls man ſonſt mit den Bedürfniſſen der übrigen Zweige der Naturwiſſenſchaft und anderer auf einen oder den andern dieſer Zweige, oder auf das geſammte Wiſſen von der Natur ganz oder theilweis gegründeter und geſtüzter Wiſſenſchaften, Künſte und Gewerbe vertraut iſt, jene Bedeutung nachzuweiſen, welche der Fund oder die Entdeckung *) möglicher Weiſe ſowohl für den einzelnen Gebildeten, als für das volkliche Leben hat; was dann weiter in den Stand ſezt: das Gefundene oder Entdeckte für die angewandte Naturlehre in Anſpruch nehmen und verwenden zu können.

*) Durch „Beobachtungen" findet, durch „Verſuche" erfindet und entdeckt man.

4.

Nur die auf ſolchem Wege gewonnenen Erfahrungen über die Natur, und die aus ihnen denkrecht abgeleiteten ſchlüßlichen Folgerungen finden — frühe oder ſpät — ihre volle Anerkennung bei Allen, welche für Wahrheit Sinn haben; und nur für dieſe arbeitet der Naturforſcher. Der Vortheil aber, den dieſe Arbeiten gewähren, iſt für den Arbeitenden auch dann ſtets ein gedoppelter, ein geiſtiger und ein leiblicher (oder materieller), wenn das Ergebniß derſelben allen Mitforſchern an der Erkenntniß und an der Ergründung der Natur mittelſt Veröffentlichung zu Theil geworden. Während nämlich das Naturforſchen ſelbſt ſich als eine den Geiſt des Forſchenden erfriſchende und ſchärfende Thätigkeit bewährt, und während das Bewußtſein „im Gebiete des Wiſſens zu Gunſten der Nächſten, der bedürftigen Mitmenſchen, und damit zur Wohlfahrt der Menſchheit Tüchtiges geleiſtet zu haben“ an ſich lohnend iſt für den, der ſich deſſen erfreuen darf, hat für dieſen das Erforſchen der Natur noch den unſchätzbaren Werth: daß ſein Gemüth, für die großartig ſtille Walte derſelben mehr und mehr erſchloſſen, hohen Gleichmuths voll wird; und indem er ſich ſo für die Dauer einer Stimmung bemächtiget, die, indem ſie mit kindlicher Unbefangenheit unerſchütterliche Selbſtbehauptung paart, der Welt und ihres Prunkes nicht bedarf, um ſich ungehindert in erfreulichen Vollgenuß der Zeit zu verſetzen und zu erhalten. Dann aber gewinnt auch durch des Naturforſchers Mühen nicht nur die Wiſſenſchaft, ſondern mit dieſer zugleich auch das volkliche Leben, und nicht ſelten tauſchen beide ihre errungenen Vortheile zu beiderſeitigem Beſten aus.

1) Insbeſondere vortheilhaft wirkt das Forſchen in der Natur auf Verſtand und Gemüth dort, wo der Freude an derſelben, leichte Empfänglichkeit für neue Wahrheiten zur Seite ſteht, und wo die Luſt am Neuen die Arbeit friſcht und würzt. Jeder jugendliche Geiſt, welcher begehret dereinſt in die Geſellſchaft der Wirklich-Gebildeten eingereihet zu werden, ſollte das Studium der Natur ſchon darum mit Eifer betreiben, weil es außer großer Bereicherung ſeines Geiſtes, noch den Vortheil der Hebung ſeiner Geiſteskräfte durch neuverſuchte Uebung gewährt; denn welchem Theile der Naturwiſſen-

ſchaft der männlich anſtrebende jugendliche Geiſt ſich auch vorzugsweiſe zuneigt, immer wird er Veranlaſſung wie Stoff in Fülle finden, zu gewinnen an Schärfe des Verſtandes und an Beſtimmtheit des Urtheils. Es iſt das Studium der Natur gleich dem der Größenlehre (Mathematik) eine Schule der Denkthätigkeit; während aber leztere, ihres eigenthümlichen Gegenſtandes wegen, die Regeln der Denklehre ſtrenger in Anſpruch bringt, als ſolches in irgend einer anderen Wiſſenſchaft der Fall iſt, und ſchon dadurch dem im Entwickeln ſeiner Thätigkeiten begriffenen Geiſte in jeder Rückſicht großen Nutzen gewährt (was an ſich ſchon den ihr von den Griechen ertheilten Ehrennamen rechtfertigt) leitet erſtere zur ähnlichen Strenge im Denken ſchon deswegen hin: weil ſie erweisliche Wiſſenſchaft nur ſo weit iſt, als ſie der mathematiſchen Behandlung fähig erſcheint; zugleich aber hat ſie für den, der ſie ſtudirt, den Vortheil der Veranſchaulichung in höherem Grade denn irgend eine der übrigen Wiſſenſchaften. Es giebt im ganzen Gebiete der Naturwiſſenſchaft keinen Lehrſatz, der nicht aufs Vollſtändigſte verſinnlicht werden könnte; denn ſie ſind ſämmtlich aus der Welt der Sinne abgeleitet und finden in dieſer den jedem Wahrnehmenden zugänglichen Vertreter.

2) Der Endzweck der Naturforſchung iſt entweder die Erkenntniß der Natur an ſich, oder in Beziehung auf den Nutzen, den ſolche Erkenntniß möglicherweiſe nicht nur der Naturwiſſenſchaft und denen mit derſelben verbundenen oder auf ſie gegründeten Wiſſenſchaften gewährt, ſondern den ſie auch dem volklichen Leben darbietet, Erleichterung und Veredlung dieſes Lebens ſelbſt. Aber, ſowohl wenn dieſe Forſchung anderen Wiſſenſchaften hülfreich wird, als wenn ſie auch nur zur leichteren und gemächlicheren, wohlfeileren und geſchmackvolleren Befriedigung leiblicher Bedürfniſſe der Menſchen — dem volklichen Leben nuzt und frommt, immer gewinnt dabei die Naturwiſſenſchaft. Denn jemehr ſie nuzt, um ſo größer wird die Zahl ihrer Verehrer, und wo dieſe wächst vermehren ſich gleichmäßig auch, in ihrem Gebiete, ſo berichtet ihre Geſchichte, Entdeckungen wie Erfindungen, Berichtigungen wie Verbeſſerungen, und Erweiterungen wie: ſtrenger als zeither erwieſene Begründungen. Indem aber Förderung der Naturwiſſenſchaft zur Erleichterung und Veredlung des volklichen Lebens beiträgt, und dieſes ſeiner Seits wiederum die Cultur der Wiſſenſchaften und mithin auch jene der Naturwiſſenſchaft begünſtigt, greifen beide: volkliches Leben und Naturwiſſenſchaft, wechſelſeitig förderlich und erſprießlich in einander. Mehr als früher iſt dieſes aber in unſeren Zeiten der Fall, und man darf es einſt dieſen Zeiten nachſagen: daß in ihnen Wiſſenſchaften, Künſte und Gewerbe ſich nur in ſoweit vervollkommneten, als ſie ineinandergreifend ſich gegenſeitig dienten. Denn während früherhin die Künſte, wie die Gewerbe, der Naturwiſſenſchaft, insbeſondere aber dem Theile derſelben, den man mit Naturlehre bezeichnet, des Erläuternden

4.

Nur die auf ſolchem Wege gewonnenen Erfahrungen über die Natur, und die aus ihnen denkrecht abgeleiteten ſchlüßlichen Folgerungen finden — frühe oder ſpät — ihre volle Anerkennung bei Allen, welche für Wahrheit Sinn haben; und nur für dieſe arbeitet der Naturforſcher. Der Vortheil aber, den dieſe Arbeiten gewähren, iſt für den Arbeitenden auch dann ſtets ein gedoppelter, ein geiſtiger und ein leiblicher (oder materieller), wenn das Ergebniß derſelben allen Mitforſchern an der Erkenntniß und an der Ergründung der Natur mittelſt Veröffentlichung zu Theil geworden. Während nämlich das Naturforſchen ſelbſt ſich als eine den Geiſt des Forſchenden erfriſchende und ſchärfende Thätigkeit bewährt, und während das Bewußtſein „im Gebiete des Wiſſens zu Gunſten der Nächſten, der bedürftigen Mitmenſchen, und damit zur Wohlfahrt der Menſchheit Tüchtiges geleiſtet zu haben“ an ſich lohnend iſt für den, der ſich deſſen erfreuen darf, hat für dieſen das Erforſchen der Natur noch den unſchätzbaren Werth: daß ſein Gemüth, für die großartig ſtille Walte derſelben mehr und mehr erſchloſſen, hohen Gleichmuths voll wird; und indem er ſich ſo für die Dauer einer Stimmung bemächtiget, die, indem ſie mit kindlicher Unbefangenheit unerſchütterliche Selbſtbehauptung paart, der Welt und ihres Prunkes nicht bedarf, um ſich ungehindert in erfreulichen Vollgenuß der Zeit zu verſetzen und zu erhalten. Dann aber gewinnt auch durch des Naturforſchers Mühen nicht nur die Wiſſenſchaft, ſondern mit dieſer zugleich auch das volkliche Leben, und nicht ſelten tauſchen beide ihre errungenen Vortheile zu beiderſeitigem Beſten aus.

1) Insbeſondere vortheilhaft wirkt das Forſchen in der Natur auf Verſtand und Gemüth dort, wo der Freude an derſelben, leichte Empfänglichkeit für neue Wahrheiten zur Seite ſteht, und wo die Luſt am Neuen die Arbeit friſcht und würzt. Jeder jugendliche Geiſt, welcher begehret dereinſt in die Geſellſchaft der Wirklich-Gebildeten eingereihet zu werden, ſollte das Studium der Natur ſchon darum mit Eifer betreiben, weil es außer großer Bereicherung ſeines Geiſtes, noch den Vortheil der Hebung ſeiner Geiſteskräfte durch neuverſuchte Uebung gewährt; denn welchem Theile der Naturwiſſen-

ſchaft der männlich anſtrebende jugendliche Geiſt ſich auch vorzugsweiſe zuneigt, immer wird er Veranlaſſung wie Stoff in Fülle finden, zu gewinnen an Schärfe des Verſtandes und an Beſtimmtheit des Urtheils. Es iſt das Studium der Natur gleich dem der Größenlehre (Mathematik) eine Schule der Denkthätigkeit; während aber leztere, ihres eigenthümlichen Gegenſtandes wegen, die Regeln der Denklehre ſtrenger in Anſpruch bringt, als ſolches in irgend einer anderen Wiſſenſchaft der Fall iſt, und ſchon dadurch dem im Entwickeln ſeiner Thätigkeiten begriffenen Geiſte in jeder Rückſicht großen Nutzen gewährt (was an ſich ſchon den ihr von den Griechen ertheilten Ehrennamen rechtfertigt) leitet erſtere zur ähnlichen Strenge im Denken ſchon deswegen hin: weil ſie erweisliche Wiſſenſchaft nur ſo weit iſt, als ſie der mathematiſchen Behandlung fähig erſcheint; zugleich aber hat ſie für den, der ſie ſtudirt, den Vortheil der Veranſchaulichung in höherem Grade denn irgend eine der übrigen Wiſſenſchaften. Es giebt im ganzen Gebiete der Naturwiſſenſchaft keinen Lehrſatz, der nicht aufs Vollſtändigſte verſinnlicht werden könnte; denn ſie ſind ſämmtlich aus der Welt der Sinne abgeleitet und finden in dieſer den jedem Wahrnehmenden zugänglichen Vertreter.

2) Der Endzweck der Naturforſchung iſt entweder die Erkenntniß der Natur an ſich, oder in Beziehung auf den Nutzen, den ſolche Erkenntniß möglicherweiſe nicht nur der Naturwiſſenſchaft und denen mit derſelben verbundenen oder auf ſie gegründeten Wiſſenſchaften gewährt, ſondern den ſie auch dem volklichen Leben darbietet, Erleichterung und Veredlung dieſes Lebens ſelbſt. Aber, ſowohl wenn dieſe Forſchung anderen Wiſſenſchaften hülfreich wird, als wenn ſie auch nur zur leichteren und gemächlicheren, wohlfeileren und geſchmackvolleren Befriedigung leiblicher Bedürfniſſe der Menſchen — dem volklichen Leben nuzt und frommt, immer gewinnt dabei die Naturwiſſenſchaft. Denn jemehr ſie nuzt, um ſo größer wird die Zahl ihrer Verehrer, und wo dieſe wächst vermehren ſich gleichmäßig auch, in ihrem Gebiete, ſo berichtet ihre Geſchichte, Entdeckungen wie Erfindungen, Berichtigungen wie Verbeſſerungen, und Erweiterungen wie: ſtrenger als zeither erwieſene Begründungen. Indem aber Förderung der Naturwiſſenſchaft zur Erleichterung und Veredlung des volklichen Lebens beiträgt, und dieſes ſeiner Seits wiederum die Cultur der Wiſſenſchaften und mithin auch jene der Naturwiſſenſchaft begünſtigt, greifen beide: volkliches Leben und Naturwiſſenſchaft, wechſelſeitig förderlich und erſprießlich in einander. Mehr als früher iſt dieſes aber in unſeren Zeiten der Fall, und man darf es einſt dieſen Zeiten nachſagen: daß in ihnen Wiſſenſchaften, Künſte und Gewerbe ſich nur in ſoweit vervollkommneten, als ſie ineinandergreifend ſich gegenſeitig dienten. Denn während früherhin die Künſte, wie die Gewerbe, der Naturwiſſenſchaft, insbeſondere aber dem Theile derſelben, den man mit Naturlehre bezeichnet, des Erläuternden

4.

Nur die auf ſolchem Wege gewonnenen Erfahrungen über die Natur, und die aus ihnen denkrecht abgeleiteten ſchlüßlichen Folgerungen finden — frühe oder ſpät — ihre volle Anerkennung bei Allen, welche für Wahrheit Sinn haben; und nur für dieſe arbeitet der Naturforſcher. Der Vortheil aber, den dieſe Arbeiten gewähren, iſt für den Arbeitenden auch dann ſtets ein gedoppelter, ein geiſtiger und ein leiblicher (oder materieller), wenn das Ergebniß derſelben allen Mitforſchern an der Erkenntniß und an der Ergründung der Natur mittelſt Veröffentlichung zu Theil geworden. Während nämlich das Naturforſchen ſelbſt ſich als eine den Geiſt des Forſchenden erfriſchende und ſchärfende Thätigkeit bewährt, und während das Bewußtſein „im Gebiete des Wiſſens zu Gunſten der Nächſten, der bedürftigen Mitmenſchen, und damit zur Wohlfahrt der Menſchheit Tüchtiges geleiſtet zu haben" an ſich lohnend iſt für den, der ſich deſſen erfreuen darf, hat für dieſen das Erforſchen der Natur noch den unſchätzbaren Werth: daß ſein Gemüth, für die großartig ſtille Walte derſelben mehr und mehr erſchloſſen, hohen Gleichmuths voll wird; und indem er ſich ſo für die Dauer einer Stimmung bemächtiget, die, indem ſie mit kindlicher Unbefangenheit unerſchütterliche Selbſtbehauptung paart, der Welt und ihres Prunkes nicht bedarf, um ſich ungehindert in erfreulichen Vollgenuß der Zeit zu verſetzen und zu erhalten. Dann aber gewinnt auch durch des Naturforſchers Mühen nicht nur die Wiſſenſchaft, ſondern mit dieſer zugleich auch das volkliche Leben, und nicht ſelten tauſchen beide ihre errungenen Vortheile zu beiderſeitigem Beſten aus.

1) Insbeſondere vortheilhaft wirkt das Forſchen in der Natur auf Verſtand und Gemüth dort, wo der Freude an derſelben, leichte Empfänglichkeit für neue Wahrheiten zur Seite ſteht, und wo die Luſt am Neuen die Arbeit friſcht und würzt. Jeder jugendliche Geiſt, welcher begehret dereinſt in die Geſellſchaft der Wirklich-Gebildeten eingereihet zu werden, ſollte das Studium der Natur ſchon darum mit Eifer betreiben, weil es außer großer Bereicherung ſeines Geiſtes, noch den Vortheil der Hebung ſeiner Geiſteskräfte durch neuverſuchte Uebung gewährt; denn welchem Theile der Naturwiſſen-

ſchaft der männlich anſtrebende jugendliche Geiſt ſich auch vorzugsweiſe zuneigt, immer wird er Veranlaſſung wie Stoff in Fülle finden, zu gewinnen an Schärfe des Verſtandes und an Beſtimmtheit des Urtheils. Es iſt das Studium der Natur gleich dem der Größenlehre (Mathematik) eine Schule der Denkthätigkeit; während aber leztere, ihres eigenthümlichen Gegenſtandes wegen, die Regeln der Denklehre ſtrenger in Anſpruch bringt, als ſolches in irgend einer anderen Wiſſenſchaft der Fall iſt, und ſchon dadurch dem im Entwickeln ſeiner Thätigkeiten begriffenen Geiſte in jeder Rückſicht großen Nutzen gewährt (was an ſich ſchon den ihr von den Griechen ertheilten Ehrennamen rechtfertigt) leitet erſtere zur ähnlichen Strenge im Denken ſchon deswegen hin: weil ſie erweisliche Wiſſenſchaft nur ſo weit iſt, als ſie der mathematiſchen Behandlung fähig erſcheint; zugleich aber hat ſie für den, der ſie ſtudirt, den Vortheil der Veranſchaulichung in höherem Grade denn irgend eine der übrigen Wiſſenſchaften. Es giebt im ganzen Gebiete der Naturwiſſenſchaft keinen Lehrſatz, der nicht aufs Vollſtändigſte verſinnlicht werden könnte; denn ſie ſind ſämmtlich aus der Welt der Sinne abgeleitet und finden in dieſer den jedem Wahrnehmenden zugänglichen Vertreter.

2) Der Endzweck der Naturforſchung iſt entweder die Erkenntniß der Natur an ſich, oder in Beziehung auf den Nutzen, den ſolche Erkenntniß möglicherweiſe nicht nur der Naturwiſſenſchaft und denen mit derſelben verbundenen oder auf ſie gegründeten Wiſſenſchaften gewährt, ſondern den ſie auch dem volklichen Leben darbietet, Erleichterung und Veredlung dieſes Lebens ſelbſt. Aber, ſowohl wenn dieſe Forſchung anderen Wiſſenſchaften hülfreich wird, als wenn ſie auch nur zur leichteren und gemächlicheren, wohlfeileren und geſchmackvolleren Befriedigung leiblicher Bedürfniſſe der Menſchen — dem volklichen Leben nuzt und frommt, immer gewinnt dabei die Naturwiſſenſchaft. Denn jemehr ſie nuzt, um ſo größer wird die Zahl ihrer Verehrer, und wo dieſe wächst vermehren ſich gleichmäßig auch, in ihrem Gebiete, ſo berichtet ihre Geſchichte, Entdeckungen wie Erfindungen, Berichtigungen wie Verbeſſerungen, und Erweiterungen wie: ſtrenger als zeither erwieſene Begründungen. Indem aber Förderung der Naturwiſſenſchaft zur Erleichterung und Veredlung des volklichen Lebens beiträgt, und dieſes ſeiner Seits wiederum die Cultur der Wiſſenſchaften und mithin auch jene der Naturwiſſenſchaft begünſtigt, greifen beide: volkliches Leben und Naturwiſſenſchaft, wechſelſeitig förderlich und erſprießlich in einander. Mehr als früher iſt dieſes aber in unſeren Zeiten der Fall, und man darf es einſt dieſen Zeiten nachſagen: daß in ihnen Wiſſenſchaften, Künſte und Gewerbe ſich nur in ſoweit vervollkommneten, als ſie ineinandergreifend ſich gegenſeitig dienten. Denn während früherhin die Künſte, wie die Gewerbe, der Naturwiſſenſchaft, insbeſondere aber dem Theile derſelben, den man mit Naturlehre bezeichnet, des Erläuternden

und ſchon dadurch Erſprießlichen viel mittheilten, und ſofern die Naturwiſſenſchaft mehr werden ſollte als ein nacktes Regiſter, oder als ein todter Abriß ihrer Beſtandtheile, die Bearbeiter derſelben bei den Künſtlern und Gewerbtreibenden in die Schule gehen mußten, ſo iſt umgekehrt jezt die Wiſſenſchaft allein der einzig ſichere Leitſtern in dem weitverzweigten Gebiete des geſammten Gewerbsbetriebs, der dort volle Klarheit gewährt, wo ſonſt nur, unter der Verhüllung von mancherlei ihrem Grunde nach unerkannten Gebräuchen, Einrichtungen und Handgriffen, das Dämmerlicht einer mehr oder minder gewagten und nicht ſelten koſtſpielig genug erprobten Vermuthung durchſchimmerte. Vergl. die erſte Abhandlung des 1ten Bandes meines (zu Halle 1815 in 4. erſchienenen) deutſchen Gewerbsfreundes, die S. 1—14 daſelbſt, überſchrieben iſt: Welche Vortheile können Staaten und Völker von der Verbeſſerung der bürgerlichen Gewerbe erwarten, und welches ſind die vorzüglichſten Mittel um in deutſchen Landen ſolche Verbeſſerungen möglichſt zu beſchleunigen? *)

*) Eines der in dieſer Ueberſchrift angedeuteten Mittel zur Vervollkommnung der Gewerbe unterwerfe ich im II. Bande (S. 70—71) und im IV. Bande (S. 1—8) derſelben Zeitſchrift, einer weiteren Entwickelung und Würdigung in der Abhandlung, die überſchrieben iſt: Der Gewerbsrath und ſeine Arbeiten, und noch gegenwärtig halte ich dafür, daß jene Gewerbtreibenden, welchen ihrer bürgerlichen Verhältniſſe und hauptſächlich ihres Alters wegen nicht mehr geſtattet iſt an den Vortheilen der Gewerbsſchulen Theil zu nehmen, und deren Geſchäftskreis es ihnen außerdem unmöglich macht ſich noch im gereiſten Alter dem Selbſtſtudium der Mathematik und der Naturwiſſenſchaften zu unterziehen, daß dieſe Claſſe von Gewerbtreibenden in einem Gewerbsrathe, wie er a. a. O. bezeichnet und näher beſtimmt worden iſt, das ſicherſte Mittel finden würden: die in den Einzelgebieten der Naturwiſſenſchaft, insbeſondere in der Naturlehre, tagtäglich hervorgehenden Entdeckungen und Erfindungen, zu Vereinfachungen und Verbeſſerungen, und damit zu Erleichterungen und Veredelungen ihres Gewerbs-Betriebs und ihrer Gewerbs-Erzeugniſſe, ohne große Vorbereitung, mit dem kleinſten Zeitverluſte und mit dem möglichſt größten Vortheile ſich anzueignen. Jeder Gewerbtreibende, deſſen Leiſtungen in der einen oder in der anderen Hinſicht der Vervollkommnung bedürfen, damit ſie wenigſtens hinter jenen der gründlicher gebildeten Zeitgenoſſen ſeines Gewerbsſtandes nicht zurückſtehen, müßte, wäre der Gewerbsrath (in Ländern, wo Gewerbfreiheit beſteht: auf Koſten des Erlöſes aus Gewerb-Berechtigungen) als landesväterliche Veranſtaltung der Landesregierung ins Leben getreten, bei demſelben ſich jederzeit guten Rath zu erholen in den Stand geſezt ſein, den die dafür beſoldeten Mitglieder des Gewerbsrathes zu ertheilen hätten. Dieſe müßten außerdem gehalten ſein, jede neue, in gewerblicher Hinſicht wichtig ſcheinende Entdeckung und Erfindung zu prüfen, und das Ergebniß ihrer Prüfung in Druckſchriften bekannt zu machen, welche im ganzen Lande geleſen werden; z. B. in Beilagen zu den Regierungs- und Intelligenz-Blättern, in Volkscalendern u. m. dgl. Auch würde die Landesregierung ſich der Mitglieder des Gewerbsrathes zweckmäßig bedienen können zu von Zeit zu Zeit zu veranſtaltenden Prüfungen der Gewerbsſchulen, zur Einſichtnahme der vorzüglichſten Gewerbanſtalten des Landes und zu Bildnern von Gewerbsſchullehrern. In den Gewerbsſchulen dürfte übrigens der Unterricht in der Naturlehre nur dann wahrhaft erſprießlich ausfallen, und am ſchnellſten und erfolgreichſten beitragen zur Weckung und Schärfung des Vermögens: Neues zu erfinden und Bekanntes zu verbeſſern, wenn derſelbe geſchichtlich veranſchaulicht würde. Nachweiſungen an den Vorrichtun-

3) „Von drei wohl zu beherzigenden Erforderniſsen, bemerke ich a. a. O. S. 11, hängt das Gelingen der meiſten Gewerbsarbeiten ab; nemlich 1) von der durch Uebung zu erlangenden ſogenannten mechaniſchen- oder Hand-Fertigkeit, 2) von der durch genaue Aufmerkſamkeit auf alle vorkommende Erſcheinungen vermittelten Geſchicklichkeit im Anordnen aller einzelnen Theile der Arbeit, und 3) von der das Ganze leitenden wiſſenſchaftlichen Einſicht in die Natur der zu verarbeitenden Gegenſtände und der mit, an und in ihnen Behufs der Verarbeitung zu veranlaſsenden und durchzuführenden Veränderungen.“ Das dritte dieſer Erforderniſſe iſt bei Jedem der nur, ſey es als Fabrikant, Manufakturiſt, Werkmeiſter, beaufſichtigender Landwirth ꝛc. die Arbeiten zu leiten hat, die Hauptſache; jedoch dürfen auch ihm die beiden erſteren, dem eigentlichen Bearbeiter und Verarbeiter des Arbeitsſtoffes unerlaſslichen Erforderniſſe, nicht fremd bleiben, wenn er in den Stand geſezt ſein will über alle Theile, und damit auch über das Ganze des Geſchäftes, in jedem Augenblicke ein richtiges, ſeine Leitung und Geſammtaufſicht beſtimmendes Urtheil zu fällen.

5.

Wie Vergangenes, Gegenwärtiges und Zukünftiges dem Zeit-Begriffe nach ſich ſcheiden, ſo auch die Natur in ſo fern ſie zum Gegenſtande der Forſchung auserſehen und dieſe, der Erleichterung ihrer Fortſchritte und der genauen Würdigung ihrer Ergebniſſe wegen, Sach- und Zweck-gemäß getheilet worden iſt. Während man nämlich bei jedem einzelnen Gegenſtande der Naturforſchung, wenn dieſe eben ſo vollſtändig als erſchöpfend ausfallen ſoll, nicht nur zu fragen hat nach dem, wie er ſich dem Fragenden darſtellt, oder nach dem: wie er gegenwärtig iſt, ſondern auch nach jenem: wie er war, bevor er den ge-

gen und Stoffverarbeitungen ſelbſt, wie ſie nach und nach entſtanden und vervollkommnet worden, mit ſteter Hinzufügung des Grundes, worauf ihr Entſtehen gefuſst und woraus ihre Vervollkommnung hervorgegangen, oder was dieſelbe veranlaſst habe; wann und unter welchen Umſtänden ſie erfolgt ſeyen u. ſ. w., kurz eine von dem Lehrer gehörig und in allen gewerblichen Beziehungen erwogene und durchdachte, durch zeitgemäſs beigebrachte Veranſchaulichungen erläuterte Geſchichte der Entdeckungen und Erfindungen im Bereich der geſammten Gewerbkunde würde aufs innigſte mit dem Vortrage der angewandten Naturlehre zu verbinden ſein, um ihn für künftige Gewerbsleute möglichſt erſprieſslich zu machen. Zweckmäſsiger wäre es aber vielleicht, ſolchen Unterricht nicht den unteren oder Elementar-Gewerbsſchulen, ſondern den höheren Gewerbslehranſtalten, am beſten, wie es mir ſcheint, Gewerbs-Hochſchulen zuzuweiſen, die ſich zu den höheren Gewerbsſchulen zu verhalten hätten: wie die Univerſitäten zu den Gymnaſien, und zum Gewerbsrathe: wie die gelehrten Hochſchulen zu den Akademien der Wiſſenſchaften und der Künſte.

genwärtigen Darſtellungswerth behauptete, und wie er ſein wird, wenn er zu Abänderungen dieſes Werths durch andere, auf ihn neu einwirkende Gegenſtände dadurch gebracht wird, daß er mit ihnen in Wechſelwirkung geräth, ſo haben ſich auch die Naturforſcher in das Geſchäft des Forſchens nach und nach ſo getheilt, daß eine mehr oder minder große Anzahl derſelben ſich hauptſächlich mit der Gegenwart der Natur beſchäftigt, und dieſe: durch genaue, allen gleicher Forſchung ſich hingebenden Denkern verſtändliche Bezeichnung kenntlich zu machen ſich bemüht, indeſſen eine andere vorzüglich: der leiblichen Einzeldinge mögliche Zukunft, und wiederum eine andere: die frühere Beſchaffenheit oder die Vergangenheit der Einzelnwelten und unter dieſen faſt ausſchließlich, die der Erde (weil dieſe, in Beziehung auf früheren Beſchaffenheitswerth, allein einer erweisbaren Erforſchung fähig erſcheint) zum Gegenſtande ihrer Unterſuchungen wählt, und in Verbindung mit jenen, die geſammte Naturwiſſenſchaft in drei Hauptentwickelungen oder Hauptabtheilungen, ſowohl Behufs der Erforſchung als des Unterrichtes in den Forſchungs-Geſammtergebniſſen, zerfallen macht, in Natur-Beſchreibung, gewöhnlich „Naturgeſchichte“ genannt (und zwar mit einigem Rechte, wenn man in die Beſchreibung jenen Kreis von Veränderungen aufnimmt, welchen die Gegenſtände durchlaufen, während ſie mehr oder weniger ſelbſtſtändig fortzubeſtehen nicht aufhören; was z. B. bei allen organiſchen Einzelweſen der Fall iſt), Naturlehre und „Natur-Geſchichte“ oder Geſchichte der Natur; von denen dann die erſtere in Beziehung auf die Erde, ſich wieder in Beſchreibung des Luftkreiſes und der Gewäſſer (Atmoſphärologie und Hydrologie), der ſogenannten Erdrinde (Mineralogie), oder, wie man dieſe — ohne damit gerade das Erhobenſein derſelben andeuten zu wollen — mehr wiſſenſchaftlich bezeichnet: des „Gebirges,“ ſowohl in ihrer Zuſammengeſeztheit (eigentliche Gebirgslehre oder Geognoſie) als in ihrer Einzelheit (Geſteinlehre oder Oryktologie oder Oryktognoſie), und in jene der einzelnen Lebweſen (Biologie): der Pflanzen, der Thiere und des Menſchen, oder in

Phytologie (Botanik), Zoologie und Anthropologie ſpaltet; indeſſen iſt der Vortrag über Mineralogie ſtets mehr oder weniger mit Phyſik und Chemie und jener über Biologie ſtets mit Phyſiologie verbunden und durchwebt, und ohne ſolche Verbindung kaum verſtändlich, ſo wie man in Beziehung auf die übrigen Weltkörper, den beſchreibenden Theil durch die Hauptergebniſſe der Naturlehre, insbeſondere der Phyſik, erläutert und mit denſelben vereint unter der Benennung phyſiſche Aſtronomie als beſondern Zweig der Naturwiſſenſchaft (oder ſonſt gewöhnlicher: als Theil der angewandten Mathematik) zu behandeln pflegt. Auf ähnliche Weiſe verfährt man auch bei der Geſchichte der Natur, zu deren Begründung und Erläuterung nicht nur alle Zweige der Naturbeſchreibung, ſondern auch die Hauptthatſachen der Phyſik und Chemie, alſo die beiden erſten Haupttheile der Naturlehre benuzt werden.

Es zerfällt nämlich die Naturlehre ſelbſt in drei einzelne Wiſſenſchaften, in die von der gegen- und wechſelſeitigen, von keinen weſentlichen Umänderungen begleiteten Aufeinander-Wirkung leiblicher Dinge (eigentliche Phyſik), in jene von ihrer gegen- und wechſelſeitigen, weſentliche Umänderungen (beharrliche räumliche Einungen, oder ſog. chemiſche Vermiſchungen, und andauernde räumliche Trennungen, ſog. chemiſche Zerſetzungen oder Scheidungen) zur Folge habenden Ineinander-Wirkung (Chemie) und in diejenige von den Selbſtänderungen der einzelnen Lebweſen (Phyſiologie, oder Naturlehre der Lebendigen). Leztere ſezt die Kenntniß der beiden erſteren voraus, obgleich ſowohl das nur abhängige, träge Wirken, das rein phyſiſche und mehr noch das rein chemiſche, ſeiner Seits auch wieder ſeine Erläuterung findet in denen mit Trägheit: Selbſtthätigkeit vereinenden Lebens-Erſcheinungen der Organismen; vergl. oben §. 1. Bem. 7.

6.

Materien die phyſiſch oder chemiſch gegenthätig erſcheinen, erleiden dabei ſtets ſo viel als ſie thun, bei Lebweſen hingegen

erſtreckt ſich das Thun ſtets über das Erleiden hinaus; erſtere ſind rein-, leztere nur bedingt-träg. Unter Trägheit (vis inertiae der älteren Phyſiker; von neueren auch Beharrung genannt) verſteht man nämlich in der geſammten Naturlehre das Unvermögen ſich ſelbſt verändern zu können; oder jene Ohnmacht, der gemäß die Materien die von ihnen beſeſſene oder die ihnen ertheilte Beziehung zur Raumes-Aenderung beizubehalten gezwungen ſind ſo lange, bis ſie von Auſſen her neuen Raumes-Beſtimmungen unterworfen werden. Eine ruhende Materie kann hienach nicht von ſelber aufhören zu ruhen und in Bewegung gerathen, ſondern muß von einer anderen bereits bewegten Materie in Bewegung geſezt werden, um ihre Ruhe aufzugeben, und eine bewegte vermag durch ſich ſelber nicht zur Ruhe zu kommen, ſondern muß in derſelben Richtung und mit derſelben Geſchwindigkeit bewegt bleiben, die ſie beſizt, wenn ſie nicht durch Widerſtand oder durch Gegenbewegung einer anderen Materie zur Ruhe gebracht wird. Vergl. m. Grundzüge II. 8. Wer mitten im ſchnellen Laufe denſelben augenblicklich enden oder anhalten will, fühlt es an ſich ſelber, was Trägheit in Beziehung auf Bewegung ſagen will.

7.

Was die gemeinſchaftliche Bewegung (§. 1. Bem. 5. ff.) hindert, oder was derſelben entgegen wirkt, hindert damit begreiflich zugleich auch die Fortbewegung der Theilchen des bewegten Ganzen; es kann jedoch auch der letzteren Einzelbewegung (Erſchütterung) gehemmt werden, ohne daß dadurch nothwendig die Fortbewegung des Ganzen eine Beeinträchtigung erleidet, und umgekehrt können wir die Fortbewegung des Ganzen hindern oder ganz aufheben, ohne dadurch die Einzelbewegung der Theilchen zu ſchwächen oder zu hemmen.

1) Verſezt man z. B. fließendes Waſſer an ſeiner Oberfläche (an ſeinem Spiegel) dadurch in Wallung (Wellenbewegung; Oscillation), daß man gegen dieſelbe in ſehr ſchiefer Richtung Luft bläſt, und

läßt man nun etwas fettes Oel darauf hinabgleiten, ſo hört die Wellenbewegung des Waſſerſpiegels auf, obgleich die gemeinſchaftliche Bewegung aller Waſſertheilchen, und mit ihnen zugleich die der ſie bedeckenden Oeltheilchen ununterbrochen fortdauert; vergl. m. Grundz. I. 224. — Eine kalte Metallkugel wird in fortſchreitender excentriſcher Bewegung ihrer Theilchen verſezt werden, gleichviel ob ſie, in warmer Luft fortrollt, oder in derſelben am Fortrollen verhindert wird; ſ. oben §. 1. Bem. 5. und 6. Verſucht man auf fettem Oel, mittelſt des Windes, Wellen hervorzubringen, ſo gelingt dieſes immer nur ſehr unvollkommen; theils weil die Oeltheilchen unter ſich ſtärker aneinander hängen, als die Waſſertheilchen (unter ſich, und, Falls ſie von Oel bedeckt waren, noch weniger mit dem Oele), theils weil Luft und Oel weniger aneinanderhaften, als Luft und Waſſer. Läßt man dagegen in ein mit Oel überdecktes Waſſer einen Stein fallen, oder ſchlägt man mit einem Stabe hinein, ſo entſtehen eben ſolche Kreiswellen, wie das Waſſer ſie für ſich darbietet, wenn ein Stein u. dgl. hineingeworfen wird. Schon Plutarch und Plinius (Quaest. Nat. u. Hist. Nat. Lib. II. c. 103) verſichern daß die Seefahrer ihrer Zeit, zur Stillung von Sturm-bewegten Meereswellen, ſich des Oel's bedienten. Der Hafen von Newport, zu Rhode Island, iſt ſtets ſo lange ruhig, als Fahrzeuge in demſelben liegen, die vom Wallfiſchfange zurückgekommen ſind; ſehr wahrſcheinlich iſt es der Thran dieſer Wallfiſchjäger, der von ihnen aus, zwar in kleinen Mengen aber dennoch in das Waſſer überziehenden dünnen Schichten, ſich über den Waſſerſpiegel verbreitet und ſo wirkt, ähnlich dem Oele im obigen Verſuche. An verſchiedenen Küſten, zumal an denen des mittelländiſchen Meeres gießen die Fiſcher, Falls das Waſſer durch Winde gekräuſelt wird, etwas Oel darauf, um die Fiſche im Waſſer beſſer ſehen zu können (indeſſen leiſtet das Oel dieſen Dienſt nicht nur, weil es den Waſſerſpiegel beruhigt, ſondern auch: weil es, wie wir bei der Betrachtung des Lichtes ſehen werden, die Fiſche ſcheinbar erhöhet). Tengnagel berichtete im Jahr 1770 von Batavia aus an den Grafen Bentink: daß bei den Inſeln Paul und Amſterdam von heftigem Sturm überfallen, der Kapitain, um das Eindringen der Wellen über den Schiffsbord zu verhüten, mit dem beſten Erfolge Oel in die See laufen ließ; Philos. Transact. LXIV. 456. Bei Scheiterungen mit Oel beladener Schiffe hat man Aehnliches beobachtet. Die Fiſcher zu Liſſabon ſollen, wenn ſie im Begriffe ſtehen in den Tejo einzulaufen, und das Waſſer auf der Barre ſo hohe Wellen ſchlägt, daß ſie das Opfer derſelben zu werden fürchten müſſen — ein oder zwei Flaſchen Oel in die See ſchütten, wodurch dann die Brandung mit Erfolg beruhigt wird. Viele hieher gehörige Verſuche und Nachrichten findet man bei Franklin in deſſen ſämmtl. Werken (verdeutſcht von G. T. Wenzel. Dresden 1780. gr. 8.) und in den Phil. Transact. LXIV.

2) Uebrigens muß man von wahrer die ſcheinbare und von un-

bedingt-beſtimmter wahrer die *bedingt-beſtimmt* wahre Bewegung, und eben ſo auch die abſolute und relative Ruhe und wahre Ruhe von Scheinruhe unterſcheiden, von denen die erſtere jedoch nur als gedachte, nirgend aber als wirkliche und unbedingte vorkommt; oben §. 1. Bem. 6. Aendert nämlich ein Einzelnes gegen Andere, die da ruhen und in der Ruhe verbleiben, ſein *Ortsverhältniß*, d. i. ſeine *Lage*, ſo wird für erſteres *Scheinruhe*, für leztere *Scheinbewegung* möglich; wie dergleichen Jeder erfahren hat, dem die Küſten, die Bäume u. ſ. w. vorüberzufliehen ſchienen, als er erſteren vorüberſegelte und lezteren vorüberfuhr. Je öfter man jedoch dergleichen Täuſchungen erlebt, um ſo mehr verlieren ſie ſich; um ſo gefaßter wird der nach einander die Umgebungen würdigende Geiſt, um ſo mehr erwehrt er ſich — nach und nach *in immer größerer Zeitkürze* die Lagen ſeiner nächſten Umgebungen mit den mehr entfernten *vergleichend* und deren Raumverhältniſſe *beurtheilend* — des Eindruckes der ſolche Täuſchungen vermittelnden Bedingungen. Wo es dagegen dem Beobachter unmöglich wird: nächſte Umgebungen mit entfernteren und mehr entfernten vergleichen zu können, und wo die Geſchwindigkeit der gemeinſchaftlichen fortſchreitenden Bewegung größer iſt, als jene, mit welcher der Beobachter von einer Vorſtellung zur anderen überzugehen vermag, d. h. wo er im Beobachten durch die Beobachtungs-Gegenſtände übereilt wird, da bleibt er der Täuſchung verfallen, wenn er auch anderweit aufs Vollkommenſte von dieſer ſeiner Befangenheit überzeugt iſt. So ergeht es uns mit wohlgeübten *Taſchenſpielern*, wenn ſie Gegenſtände mit größerer Schnelligkeit bewegen, als wir denſelben mit den Augen zu folgen im Stande ſind (wenn ſie z. B. Münzen, Kugeln u. ſ. w. in einer Zeitdauer escamotiren, die kleiner iſt als jene, welche zur völligen Unterſcheidung nach einander erfolgender Geſichtseindrücke unſerer Seits erfordert wird *) und ſo vermag kein Menſch ſich jener alltäglichen

---

*) Schwingen wir eine *glühende Kohle* ſchnell im *Kreiſe* herum, ſo ſehen wir dieſen, d. i. die ganze Bahn der Kohle, *leuchten*; laſſen wir hinter dem Loche eines Schirms eine glühende Kohle hin- und herbewegen, ſo erſcheint uns das Loch andauernd leuchtend — weil, wie durch Verſuche ähnlicher Art dargethan ward, der Eindruck ſolchen Lichtes in unſerem Auge gegen 1/2 Secunde dauert. Von kürzerer Dauer zwar iſt der Geſichtseindruck minder heller Gegenſtände, aber immer doch noch lang genug, um, durch die Hände des Taſchenſpielers fortbewegt, uns zwar Anfang und Ende aber nicht die Zwiſchenſtellen der Bahn des Gegenſtandes wahrnehmen zu laſſen. Der Eindruck, den z. B. die uns von dem Taſchenſpieler von der einen ſeiner Hände aus gezeigte Münze machte, iſt noch nicht geendet, während er ſchon von der andern Hand aus, zu welcher der Gegenſtand mittlerweile geworfen worden, wiederkehrt; wir unterſcheiden nur das Bild der erſten und der lezten Lage, vermochten aber nicht zu verfolgen deſſen zwiſchen beiden äußerſten in der Zwiſchenzeit nach einander veränderten Lagen, und es kommt uns, was gegen die Denkbarkeit ſtreitet und deshalb den Anſchein eines Wunders gewinnt, nothwendig ſo vor: als wäre die Münze von der einen Hand zur andern verſezt worden — ohne den zwiſchen beiden befindlichen Zwiſchenraum durchlaufen zu haben; mithin, als wäre ſie

Täuſchung zu erwehren, welche die Axendrehung der Erde hinſichtlich der täglichen Scheinbewegung der Sonne und der Sterne erzeugt; wir können es erweiſen, daß die Erde nicht ruhet, und dennoch drängt ſich, wenn wir der Sonne und den Sternen mit dem Blicke folgen, unabweisbar die Vorſtellung auf, als werde ſie tagtäglich von der Sonne und den Sternen umlaufen, in Mitten der (Schein-) Bahnen dieſer Weltkörper ruhend. — Die meiſten Täuſchungen, denen wir mehr oder minder unterworfen erſcheinen, betreffen das Auge, ſind durch deſſen Einrichtung vermittelt, und werden daher zuſammengefaßt unter der allgemeinen Benennung: Geſichts-Täuſchungen. Hier, und zwar mehr wie bei allem übrigen Sinnes-Gebrauch, treffen, in Folge der täglichen Uebung, Empfindung und Urtheil über das Empfundene nicht ſelten in ſolchem Grade innig zuſammen, daß uns für Empfindung gilt was an ſich doch nur Urtheil iſt, und daß, unfähig lezteres von der erſteren zu trennen, wir urtheilen — ohne zu wiſſen, daß wir urtheilen. Ein ſolches bewußtloſes Urtheil begleitet uns eigentlich bei jeder Art von ſinnlicher Wahrnehmung, tritt jedoch beim Gebrauche des Auges, und nächſt dieſem bei dem des Ohres am auffallendſten hervor; denn obgleich wir das Abbild in unſerem Auge und den Ablaut der Auſſenlaute in unſerem Ohre (erſtere in der Fortſetzung des Sehnerven, in der Netzhaut, lezteren am Hörnerven) empfinden, ſo ſehen wir doch das Urbild (und damit den Gegenſtand des Auges) auſſer uns, und ſo hören wir doch: daß der Urlaut auſſer uns und wo er daſelbſt entwickelt worden. Offenbar iſt bei dem Empfinden des Abbildes und des Ablautes ein Urtheil mit im Spiele, zu dem wir gelangen, dadurch daß wir uns ſelbſt (unſer perſönliches Seyn) empfinden, dieſe von uns ſelbſt empfundene Selbſtheit mit der uns von auſſen zugekommenen Sinnes-Empfindung vergleichen, und ſo beide, erſtere als uns ſelber oder unſerem innerſten Weſen angehörend, leztere als nicht zu demſelben gehörend und mithin als

---

unſtetig (§. 1. Bem. 5.) bewegt, oder von der einen Hand zur anderen hingezaubert worden. In manchen Gegenden Deutſchlands nennt man dergleichen Seh-Uebereilungen, nicht gerade unpaſſend: Augenverblendniſſe. Wer ſie herbeizuführen vermag, thut anſcheinend Wunder. Nimmt man übrigens das Hin- und Her-Werfen der Münze zuſammen für eine Bewegung, ſo iſt dieſes eine unterbrochene. Es werden dergleichen, ſey es durch „Zwiſchenruhe" oder durch „Zwiſchenbewegung von einer abweichenden Geſchwindigkeit" unterbrochene Bewegungen, von einigen Phyſikern auch unſtetige, richtiger hingegen abſetzende oder ſpringende genannt; z. B. die Bewegung eines Uhrzeigers. Einen Wechſel von langſamerer und ſchnellerer, wieder langſamerer und wieder ſchnellerer Bewegung, und ſo fort abwechſelnd, bietet jedes Pendel (Perpendikel) einer Pendeluhr im Verlauf ſeiner Schwingungen dar; es ſenkt ſich mit wachſender Geſchwindigkeit zu dem möglichen tiefſten Punkte und ſteigt mit mehr und mehr verminderter Schnelle auf der entgegengeſezten Seite zu dem ihm möglichen höchſten Punkte, um von hier aus ſogleich wieder fallend (und demnach wieder ſteigend) in die entgegengeſezte Schwungrichtung überzugehen.

auſſer uns bedingte unterſcheiden; d. h. wir unterſcheiden bei jeder ſinnlichen Wahrnehmung, ohne daß wir darauf achten, und nicht ſelten ohne daß wir uns ſolcher Unterſcheidung unmittelbar bewußt werden, ſtets unſer eigenes Wo von dem Woher deſſen, was auf uns einwirkt*).

3) Zur Erläuterung der unbedingt beſtimmten (wahren), ſo wie der bedingt oder verhältnißmäßig beſtimmten (wahren) Bewegung diene Fig. 1.; zu jener der ſcheinbaren oder Schein-Bewegung Fig. 2. Wenn in Fig. 1. von Jemanden der Weg von a bis c beſchrieben wird, während ein Anderer nur die Bahn von a nach b vollendet, ſo verhalten ſich beider abſolute Bewegungen wie die Bahnen ac und ab, die relative Bewegung des Erſten gegen den Andern hingegen wie bc. In Fig. 2. erſcheint dem in O befindlichen Auge die Bahn eines von S nach T bewegten Körpers unter dem Seh-Winkel**) SOT. Die Größe dieſes Winkels be-

*) Und dieſes nicht nur, wenn nicht zu unſerm Leibe gehörende Dinge auf uns einwirken, ſondern auch dann, wenn die Einwirkung von Bewegungen ausgeht, welche wir ſelbſt, ohne es zu wiſſen, in unſerer eigenen Leiblichkeit veranlaßten. Hieher gehören alle Bilder die in uns entſtehen, ohne daß dafür ein äußerer Gegenſtand da iſt. Wie aber dabei unſere Einbildungskraft auf unſere Organe wirkt, iſt eben ſo tief geheim als die Art, wie überhaupt geiſtige Thätigkeit in uns eines oder das andere leibliche Thun hervorruft. Wir wiſſen nur: daß Zuſammendruck der Netzhaut deren Empfindlichkeit für Licht erhöhet, Ausdehnung derſelben ſie aber mindert, und im erſteren Fall für das Auge den Schein einer inneren Beleuchtung, im lezteren einer inneren Verdunkelung hervorruft; m. Grundz. II. 475 — 476. Wir wiſſen ferner daß anhaltendes Nachdenken, und andauerndes Verweilen bei ſolchen Gegenſtänden, welche nur durch tiefes Denken gefaßt zu werden vermögen: Andrang des Blutes nach dem Gehirne zur Folge hat, wir erlauben uns daher aus Analogie, d. i. aus theilweiſer Aehnlichkeit zu folgern: daß auch nach der Netzhaut im Auge hin Blutandrang und damit Zuſammendruck derſelben ſtattfinden werde, wenn wir uns in Gedanken anhaltend mit Geſichts-Gegenſtänden beſchäftigen, die ſelbſt, oder dereh ähnliche außer uns vorkommen, oder doch ſonſt vorkamen und vorkommen können, und daß mithin ſcheinbar im Auge Licht entwickelt wird, wenn wir gleichſam deſſelben gerade am meiſten bedürfen, nur unſeren Gedankenbildern Das zu leihen, was die wirklichen Bilder der äußeren Gegenſtände für uns, auf unſerer Netzhaut, zu Bildern macht; und dieſe nur in uns bedingten Bilder ſetzen wir dann, theils, weil wir durch die wirklichen Bilder der äuſſeren Gegenſtände alſo zu thun gewohnt ſind, theils weil das auf der Netzhaut erzeugte Schein-Licht für unſer inneres Selbſt eben ſo gut etwas Aeußeres iſt, als das Licht der fremden Gegenſtände, ebenfalls nach Auſſen hin in Verhältniſſe zu uns, ähnlich jenen, welche die auſſer dem Auge befindlichen ſichtbaren Gegenſtände uns gewähren, wenn wir deren Bilder ſehen. Hierauf beruhen muthmaaßlich die meiſten ſog. Viſionen, Geſpenſter-Erſcheinungen u. dgl. Ueber das Sehen vergleich a. a. O. u. II. 215.

**) Von jedem Punkte der uns zugewendeten Seite eines ſichtbaren Gegenſtandes treffen einander geradeling folgende Lichtwellen, oder ſogenannte Lichtſtralen in unſer Auge, mithin auch von den äuſſerſten Rändern des Gegenſtandes; dieſe aber ſchließen, wenn ſie im Auge vor der Netzhaut ſich kreuzen, einen Winkel ein, der bei gleichem Abſtande mehrerer Gegenſtände vom Auge um ſo kleiner iſt, je näher die entgegenſtehenden Ränder des einen oder des anderen Gegenſtandes ſich befinden, alſo: je kleiner die Fläche, zu welcher die Ränder gehören; der um ſo größer wird, je näher der Gegenſtand dem Auge rückt (und folglich um ſo kleiner,

ſtimmt aber unſer Urtheil über die *Größe* des Geſichts-Gegenſtandes und bei Hinzuziehung des Grades von Sichtbarkeit oder der Hellung (oder Leuchtſtärke) die er bei der ſcheinbaren Größe darbietet, auch das über ſeine *Entfernung* vom Auge. Im obigen Falle hängt aber die Größe des Sehwinkels nicht nur von dem Winkel OST ſondern auch von der Entfernung OS ab, und wird ſich mithin ändern, auch wenn ST ſtets dieſelbe Abſtandsweite behalten ſollte, wie ſich OS ändert. Nimmt man nun nicht wahr, daß T vom Auge mehr fernt als S, ſo wird ein von S nach T bewegter Körper *ſcheinbar* einen Bogen wie SV beſchreiben, während er doch wirklich der geraden Linie ST folgt. Iſt nun gar das Auge

---

je weiter derſelbe vom Auge fernt); der mithin darſtellt: das *Maaß der ſichtbaren Größe* und des *ſcheinbaren Durchmeſſers* des Gegenſtandes, und daher *Sehwinkel* genannt wird. Sind die Ränder des Gegenſtandes einander ſo nahe, daß ſie ſich anſcheinend berühren, ſo wird der Sehwinkel deſſelben bis zum Verſchwinden klein, und es iſt für unſer Auge in ſolchem Falle eben ſo gut, als ob die von den Rändern kommenden Stralen als gerade Linien (mithin als Wellenfolgen ohne merkliche Seitendehnung) ſich Punkt für Punkt berührten, oder, als ob ſie in *einen* Stral vereint wären; daſſelbe wird auch der Fall ſein, wenn der Gegenſtand (z. B. ein Stern) in ſehr beträchtlichen Fernen von dem Auge (z. B. in fernſter Fixſternweite) ſich befindet; und iſt das Licht ſolchen ſehr kleinen oder ſehr entfernten Gegenſtandes noch ſtark genug, um, ins Auge gelangt, von deſſen Netzhaut empfunden zu werden, ſo ſehen wir nicht eine meßbare Seite des Gegenſtandes, ſondern deſſen uns zugewendete Seite als in einen *Punkt* zuſammengedrängt. Kleine Schrift ſieht ein geſundes Auge noch auf 8 Zoll Abſtand deutlich; dieſe Entfernung dient, wie wir ſpäter ſehen werden, als Mittel das Vergrößerungsvermögen der *Mikroskope* und ähnlicher Vorrichtungen zu berechnen. Ob aber ein Gegenſtand durch ſeine geringe körperliche Ausdehnung, oder durch beträchtliche Entfernung uns klein erſcheint, das können wir zwar ſehend ſo wenig empfinden, als die Entfernung ſelbſt, aus welcher überhaupt Licht der Gegenſtände zu uns gelangt, jedoch erleichtern folgende Umſtände, die, für nahe und von uns erreichbare Gegenſtände durch Taſtung, Abſtand- und Größe-Meſſung erleichterte Beurtheilung oder Erachtung (Schätzung) der wirklichen Größe und Entfernung der Geſichtsgegenſtände: 1) die ſchon oben erwähnte *Licht-Stärke* (*Hellungs-Intenſität*) des Gegenſtandes; die jedoch nicht nur mit der *Ferne*, ſondern auch mit der größeren *Dichte des Mediums* (z. B. der unteren Luft, wenn der Gegenſtand ſich in oberen oder über den höchſten Luftſchichten ſich befindet) abnimmt, und *die ſich* ſcheinbar *mehrt*, *wenn der Hintergrund* des Gegenſtandes *dunkler*, hingegen mildert, wenn er heller wird; wie denn auch umgekehrt dunkle Gegenſtände auf hellem Grunde leicht, auf gleich- oder nur wenig mehr dunkelem Hintergrunde hingegen ſchon aus mäßigen Fernen gar nicht mehr geſehen werden; ein Verhalten, von denen die Taſchenſpieler häufig Gebrauch machen, wenn ſie Gegenſtände fortſchaffen oder herzu bewegen wollen, ohne daß man die Bewegungsmittel gewahrt; 2) die *Beobachtung* eines uns ſeiner Größe nach ſchon bekannten Gegenſtandes *aus verſchiedenen Fernen*; 3) die *Vergleichung der Lage* des Gegenſtandes mit den Lagen anderer, ſowohl in dieſer Hinſicht als in Abſicht auf Entfernung uns ſchon bekannter Gegenſtände, und 4) das Empfinden jener Anſtrengung, welcher die zur Bewegung des Augapfels gehörigen Muskeln erleiden, wenn wir Gegenſtände genau zu ſehen ſtreben, und daher die Axen beider Augen auf einen und denſelben Punkt des Gegenſtandes richten; je näher hiebei der Gegenſtand ſich befindet, um ſo größer wird der Winkel ſein, den beide Augenaxen einſchließen, und im ähnlichen Verhältniß größer iſt dann auch jene Anſtrengung.

ſelbſt in Bewegung, während deſſen Beſitzer es in Ruhe wähnt, ſo wird lezterer die Bewegung des Körpers irrig für eine abſolute nehmen, während ſie in der That nur eine relative iſt. Bewegt ſich z. B. das Auge durch Oo, während der Körper durch ST geht, ſo wird deſſen Beſitzer, es in Ruhe wähnend, die gleiche, der Linie OS gleichlaufende (d. h. ſich bei gleichbleibendem Abſtande in der gleichen Richtung erhaltende) oder parallele Linie os für OS nehmen, und zu glauben gezwungen werden: der Körper bewege ſich nicht durch ST ſondern durch sv, oder ſtatt um den Winkel SOT um den von sov. Zugleich iſt aber auch allein die Bewegung längs der Bahn ST eine wahre, die durch den Winkel O oder o hingegen eine ſcheinbare.

8.

Jede mit irgend einer beſtimmten Größe in Bewegung geſezte Materie würde ſich, der Bewegungsgröße (§. 1. Bem. 5.) entſprechend, lediglich der Trägheit gemäß gleichförmig, d. i. in gleichen Zeiten mit gleicher Geſchwindigkeit, in den unendlichen Weltraum für ewige Zeiten hinaus fortbewegen, wenn nicht Widerſtand des Mittels oder, was daſſelbe ſagen will: wenn nicht Gegenſtemmen der verſchiebbaren Materie (z. B. in der Erdnähe der atmoſphäriſchen Luft, in den fernen Sternhöhen die ſog. Himmelsluft oder der Welt-Aether) die den Raum erfüllt, worin die Bewegung vor ſich geht, Schwere, ſey es der Erde oder anderer Weltkörper (§. 1. Bem. 7.), und Reibung (Friction), ſie daran hinderten.

1) Denkt man ſich das erſtere dieſer Hinderniſſe, das Widerſtand leiſtende des Mittels oder Mediums hinweg, ſo erhält man den Begriff eines leeren Raumes und nennt, in ſolchem Falle das Mittel ein leeres, oder ein widerſtandloſes. In einem leeren Mittel wäre, der a. a. O. entwickelten Annahme und Vorſtellung über das Weſen der Schwere zufolge, auch keine Schwere möglich; und weil die Weltkörper gegeneinander ſchwer ſind, wie ſolches ihre wahren Bewegungen*) beweiſen, giebt es auch keine Himmelsleere. Iſaak Newton (geb. 1642; geſt. 1727), einer der ſcharfſinnigſten und entdeckungsreichſten Mathematiker und Phyſiker ſeiner Zeit, glaubte zwar aus

*) Die Aſtronomen geben dem Ausdrucke wahre Bewegung noch eine beſtimmtere Bedeutung, als die obige (§. 7. Bem. 3.) allgemeine, wenn ſie ihn auf die Planeten bezogen wiſſen wollen; ſie nennen nämlich: wahre Bewegung der Planeten nur die aus der Sonne verfolgte (geſehene), nehmen aber für dieſen Fall die Sonne als abſolut ruhend an; m. Grundzüge II. 94 ff.

der anſcheinend ungeſtörten und ungeſchwächt fortdauernden Bewegung der Planeten, gegen Descartes*), und ebenſo aus denen nach allen Richtungen die Himmelsräume durchſchneidenden Kometen

---

*) Renat Descartes, gewöhnlich Carteſius genannt (geb. 1596; geſt. 1650) berühmter Philoſoph, Mathematiker und Phyſiker des 17ten Jahrhunderts, und Lehrer ſehr berühmter Phyſiker, darunter Merſenne (1588 — 1648) und Huyghens (1624 — 1695) nahm zur Erklärung der Weltkörper-Bewegungen an: der phyſiſche Himmel ſey nicht leer, ſondern mit (flüſſiger) Materie erfüllt, welche ſich insgeſammt um einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt bewege und betrachtet werden könne: als eine große Zahl von kuglichen Schichten, die ſich gleichzeitig um eine gemeinſchaftliche Axe, oder wenigſtens um einen gemeinſamen Mittelpunkt drehen, und von denen mithin die äuſſerſten mit größter und die innerſten mit kleinſter, alle zwiſchenliegenden aber mit einer ihrem Abſtande vom Mittelpunkte entſprechenden Geſchwindigkeit bewegt werden; man nannte dieſes die Wirbel des Carteſius, oder die carteſianiſchen Wirbel. Von ſolchen Wirbeln umringt, fügte C. nun hinzu, ſeyen die Sonne, die Planeten (alſo auch die Erde), die Trabanten (Nebenplaneten oder Monde) und, würde er jezt folgerecht weiter angenommen haben, alle die Sonne umſchwingenden Kometen, und jene fortreißenden Gewalten, welche dieſe Wirbel auf die genannten Weltkörper ausüben (etwa wie der Wind leichte, in der Luft ſchwebende Körperchen mit ſich fortreißt), ſie ſind es, welche die Bewegungen der genannten Himmelskörper (die zuſammengenommen unſer Sonnenſyſtem darſtellen) hervorbringen und unterhalten. Auch die Axendrehung der Planeten (und jezt würde er hinzufügen: und der Sonne) ſezte Descartes mit dieſer Wirbel-Bewegung in Verbindung, jedoch ohne ſich deutlicher darüber auszuſprechen: ob die Wirbel von der Axendrehung, oder dieſe von jenen abzuleiten ſeyen; indeß hätte er, ſeine Grundannahme im Auge behaltend, nothwendig für die leztere Meinung ſich beſtimmen müſſen. Gebe es aber wirklich ſolche Verbindung beiderlei Bewegungen, warfen ſeine Gegner ein, ſo müßten alle Axendrehungen und Umläufe im Sonnenſyſteme gleichlaufend (parallel) mit der Ebene des Sonnenäquators vor ſich gehen, und ebenſo der Umlauf des Mondes parallel mit dem Erdäquator; es ermangelt aber gänzlich den in unſerem Sonnenſyſteme gegebenen Umläufen und Axendrehungen an ſolchen gegenſeitigen Beziehungen; vergl. m. Grundzüge II. 120 ff. Auſſerdem ſtand die Wirbelhypotheſe im geraden Widerſpruche mit denen von Johann Kepler (geb. 1571; geſt. 1630), einem der größten und geiſtvollſten deutſchen Aſtronomen nicht nur ſeiner, ſondern aller wiſſenſchaftlichen Zeit, entdeckten und erwieſenen Geſetzen der Himmelskörper-Bewegungen; a. a. O. S. 92; denn es folgte aus dem zweiten dieſer Geſetze das Gegentheil von jenem, was eben ſo nothwendig, wenn man die Wirbel zugeſtand, aus dem dritten abgeleitet werden mußte; nämlich aus dem zweiten: daß die Geſchwindigkeiten der Schichten abnehmen, in dem Verhältniß wie ihre Entfernungen vom Mittelpunkte wachſen, und dann, aus dem dritten: daß dieſe Geſchwindigkeiten mit dieſen Entfernungen zunehmen (oder genauer ausgedrückt: daß dieſe Geſchindigkeiten ſich verhalten wie die Quadratwurzeln der Entfernungen vom Mittelpunkte). Da nun beide Folgerungen ſich widerſprechen und nicht zugleich wahr ſein können, Keplers Geſetze ſelbſt aber wahr ſind, ſo muß die Grundannahme des Descartes ein Grundirrthum ſein. Auf gleiche Weiſe wie übrigens Descartes die Himmelskörper ſich bewegen ließ, leitete er auch die Erſcheinungen der Schwere vom Stoß der Wirbel ab; dieſe, wie alle Anziehungen, nicht als Erfolge gegenſeitiger innerer Bewegungs-Beſtimmungen, ſondern lediglich als von Auſſen herbeigeführtes Zwangs-Verhältniß der angeblich in ſich ganz unthätigen Materie betrachtend; weshalb denn auch der Verwechſelung durchaus unfähig erſcheinen: die carteſianiſchen Wirbel und jene concentriſche Bewegung der Materie, welche in der Getheiltheit ihren Grund habend und Ergänzung bezweckend (§. 1. Bem. 5.); in der Schwere und in allen übrigen Anziehungen merkbar werden.

folgern zu dürfen: daß der Weltraum, abgeſehen von den Atmoſphären der Weltkörper leer (oder vielmehr: daß er nicht durchaus erfüllt ſey*), aber gerade die Kometen haben in neueren Zeiten dazu gedient, zu erweiſen, daß die Himmelsräume von zwar ſehr feinen, aber doch merkbaren Widerſtand leiſtender Flüſſigkeit, dem ſog. Welt-Aether oder Aether erfüllet ſind; ſ. m. Handbuch der Meteorologie II. 168 ff. u. m. Archiv für die geſammte Naturlehre XVI. 65 ff.

2) Befände ſich eine wie oben gedachte bewegte Materie in Gegenden der Himmelsräume, in welchen von entgegengeſezten Seiten die Schweren der Weltkörper mit gleichen Wirkungsgrößen zuſammenträfen, ſo würden ſich in der Materie dieſe Schwerewirkungen aufheben, und die Materie weder zu den Weltkörpern der einen noch zu jenen der entgegengeſezten Seite gezogen, mithin auch nicht in der Gleichförmigkeit ihrer Bewegung gehindert werden. Denn entgegengeſezte Wirkungen heben einander auf. Wird in Fig. 1. der mittlere Punkt der Linie ac vom Punkte a und vom Punkte b mit gleicher Stärke angezogen, ſo kann er weder dem Zuge von a noch dem von b folgen, ſondern muß in Ruhe bleiben, ebenſo auch wenn von a und b aus auf ihn mit gleicher Gewalt abſtoßend gewirkt würde.

9.

Da eine wirkliche Leere (ein leerer Raum) weder in der Natur vorkommt, noch, wie ſich erweiſen läßt, künſtlich dargeſtellt zu werden vermag, und da alle ſogenannten leeren Räume mit ausdehnſamer Flüſſigkeit (§. 1. Bem. 5. S. 6) gemeinhin mit Luft erfüllte Räume ſind, ſo iſt auch der Widerſtand des

*) In Folge des Widerſtandes im Weltraume müſſen ſich unter andern nothwendig nach und nach die Axen der Planeten- und Mondbahnen und damit die Umlaufszeiten um die Sonne verkürzen; da dieſes nun bisher nicht bemerkt wurde (wiewohl ſich aus Vergleichung älteſter aſtronomiſcher Beobachtungen mit den heutigen doch etwas der Art, wie es ſcheint unzweifelhaft, ergiebt; ſ. m. Archiv für Chemie und Meteorologie VII. 303), ſo folgt: daß die den Weltraum erfüllende Materie äußerſt dünne ſein muß. Und beſteht ſie, was höchſt wahrſcheinlich, aus einer ausdehnſamen luftartigen Flüſſigkeit, ſo wird ſie ſchon darum aufs Aeuſſerſte ausgedehnt und ihr Widerſtand daher für nicht ſehr lange Zeiträume faſt verſchwindend ſein, weil die in ihr zuſammentreffenden Schwere-Aeußerungen der Weltkörper gegeneinander gerichtet erſcheinen. — Newton erweiſet (gegen die Annahme des Descartes): daß im abſolut dichten Mittel, wo, wie jene Annahme vorausſezt, die Dichte des Mittels und der darin bewegten Weltkörper gleich ſind, leztere aufhören müßten ſich zu bewegen, ſobald ſie $^8/_3$ ihres Durchmeſſers zurückgelegt hätten. Es verhält ſich nämlich der Widerſtand zu jener Macht (Kraft) welche einer Kugel in der Zeit, in welcher dieſe $^8/_3$ ihres Durchmeſſers durchläuft, ihre ganze Bewegung nehmen würde, ſtets wie die Dichte des Mittels zur Dichte der Kugel.

Mittels ſtets ein Widerſtand der Flüſſigkeit, der von Seiten derſelben: um ſo größer erſcheint, je dichter (a. a. O. S. 7) ſie iſt, und der da wächſt: wenn ſie ſelber der in ihr bewegten Materie entgegen bewegt wird, hingegen abnimmt: wenn ihre Bewegung mit jener der bewegten Materie in gleicher Richtung ſtatt hat, und der verſchwindet: wenn hiebei beider Geſchwindigkeiten gleich ſind und gleich bleiben; der aber, in Beziehung auf die bewegte Materie ſich um ſo größer zeigt, je mehr Gegenfläche (gegen das Mittel gerichtete Oberfläche) dieſe darbietet, und außerdem mit deren Geſchwindigkeit in gewiſſen Verhältniſſen zunimmt, die jedoch noch der genaueren Beſtimmung bedürfen und zur Zeit noch nicht in Form eines allgemein gültigen Geſetzes ausgeſprochen zu werden vermögen. Wo das mit der bewegten Materie in gleicher Richtung fortbewegte Mittel eine größere Geſchwindigkeit beſitzt, als die Materie ſelbſt, reißt es dieſelbe, mittelſt ihrer Gegenflächen-Anziehung (Adhäſion) mit ſich fort.

1) Ziehen wir den in einer unten verſchloſſenen metallenen Handſpritze (§. 1. B. 7.) oder den in der ebenfalls unten verſchloſſenen meſſingenen Röhre eines Compreſſions-Feuerzeuges (wie es Dumotiez's pneumatiſches Feuerzeug) eingeſenkten feſten Cylinder, den ſogenannten Kolben oder Stempel, zum Theil heraus, ſo daß der größere Theil des Hohlraums des Inneren der Röhre leer wird, ohne daß Luft von Außen in denſelben eindringen kann, ſo iſt die alſo entſtandene Leere zwar nicht mit von Außen eingedrungener Luft, wohl aber mit jener erfüllt, welche der Oberfläche des unteren Kolbentheils und den Innenwänden der Röhre anhing, und die nun, in Folge ihrer Ausdehnſamkeit, in den ganzen entſtandenen Hohlraum verbreitet, denſelben als ſehr verdünnte Luft ausfüllt. Geſezt: es beſtände der Kolben, gleich dem Stiefel (d. i. gleich der Röhre), nur aus wohl polirtem Metalle, und weder mit Fett getränktes Leder noch ſonſt eine leicht Dämpfe entlaſtende Materie wäre innerhalb des durch Heraufziehen gebildeten Hohlraums zugegen, auch befände ſich in demſelben durchaus gar keine Luft, ſo würde ſich ſehr wahrſcheinlich doch ein höchſt dünner (möglichſt ausgedehnter) Metalldampf in ihm vorfinden; übrigens iſt es unmöglich unter den bemerkten Bedingungen einen Hohlraum darzuſtellen, der nicht mit mehr oder weniger ſtark verdünnter Luft erfüllet erſchiene. Otto von Guericke (weiland Churbrandenburgiſcher Rath und Bürgermeiſter zu Magdeburg; geb. 1602, geſt. 1686) kam zu-

erſt auf den Gedanken, mittelſt einer hölzernen Handſpritze, in bemerkter Weiſe einen ſogenannten leeren Raum herzuſtellen, mußte aber, da das Holz Auſſenluft eindringen ließ, zu einer ähnlichen metallenen Vorrichtung ſeine Zuflucht nehmen, um zum Ziele zu gelangen, und ward ſo (im Jahr 1650) Erfinder der (Verdünnungs=) Luftpumpe *). Aber ſchon vor v. Guericke's Erfindung hatten italiſche Phyſiker gezeigt, daß ſich Hohlräume darſtellen laſſen, die gar keine Luft enthalten, und alſo mit Recht luftleere zu benennen ſeyen. Die Veranlaſſung dazu gab Galilei's Entdeckung: daß die Gewalt, mit der Waſſer in einer Saugpumpe gehoben wird, nicht auf alle mögliche Höhen ausgedehnt, ſondern auf ſehr mäßige beſchränkt iſt. Ein Gärtner zu Florenz wollte nämlich mittelſt einer Saugpumpe Waſſer bis zu 18 Ellen Höhe heben, fand aber, daß es auf ſolche Weiſe nicht über 16 Ellen hoch hinauf getrieben werden könne, und Galilei folgerte hieraus: daß der Abſcheu der Natur vor der Leere (§. 1. Bem. 7. S. 13) — beſtimmte Gränzen habe. Die wahre Urſache aber warum das Waſſer in der Saugpumpe aufſteigt blieb ihm unbekannt, und war zu entdecken und zu beweiſen ſeinem berühmten Schüler und Nachfolger im Lehramte zu Florenz Evangeliſta Torricelli (geb. 1618; geſt. 1647) vorbehalten; wiewohl Galilei ſelbſt dieſer Entdeckung ſchon ſehr nahe kam, und ſie zu machen nur durch ſeine Befangenheit in dem lang verjährten Vorurtheile (der Annahme eines Abſcheu's der Natur vor der Leere) verhindert wurde. Denn als er lehrte: in einem oben verſchloſſenen Hohlcylinder dadurch einen ſogenannten leeren Raum hervorzubringen, daß man einen genau anſchließenden, in ihm befindlichen Kolben durch Gewichte herabziehe, betrachtete er dieſen Verſuch als ein Verfahren —: die Kraft der Leere (die Größe jenes angeblichen Abſcheues) zu meſſen! Torricelli hingegen, vermuthend daß dieſelbe Urſache, welche das Waſſer in der Saugpumpe nur 32 Fuß hoch zu treiben und in dieſer Höhe

---

*) Die Verdichtungs=Luftpumpen, oder ſog. Compreſſions=Pumpen (Compreſſions=Maſchinen), waren ſchon früher erfunden, wenigſtens benuzte ſchon Galileo Galilei berühmt als Mathematiker und Aſtronom und den Phyſikern unvergeßlich durch die Auffindung des wahren Geſetzes der Schwere (geb. 1564; geſt. 1641), zu gleichem Zwecke eine Spritze, die er an ein im übrigen nach Außen gegen die Luft abgeſchloſſenes Gefäß ſchraubte, und nach geſchehenem Hineindrücken der Luft von demſelben wieder entfernte. — Es gelang Otto v. Guericke, dem wir auch die Erfindung der Elektriſirmaſchine verdanken, die Luft einer Hohlkugel größtentheils durch Auspumpen zu entfernen und dadurch theils die Wägbarkeit, theils die Ausdehnſamkeit und Druckgewalt der atmoſphäriſchen Luft zu beweiſen. Seine Verſuche wurden bald bekannt und bereits 1654 ſtellte er ſelbſt mehrere hieher gehörige entſcheidende Verſuche an in Gegenwart des Kaiſers Ferdinand III. und einiger deutſchen Fürſten auf dem Reichstage zu Regensburg, und der Churfürſt von Mainz und Biſchof von Würzburg Johann Philipp erhielt von ihm eine zu dieſen Verſuchen taugliche Luftpumpe, die erſte, die (von dem Jeſuit Caſpar Schott) beſchrieben worden iſt.

zu erhalten vermag, das gegen 14mal ſchwerere Merkur (Queckſilber) nur zu einer Höhe gleich 32′ dividirt durch 14, d. i. 27 ½ Zoll hoch treiben und halten werde, ſchmolz eine einige Fuß lange Glasröhre an einem Ende zu, ſtellte ſie dann mit dem offenen Ende nach oben gerichtet ſenkrecht hin, füllte ſie durch dieſes Ende mit Merkur, verſchloß die Oeffnung hierauf mit dem Finger, brachte dieſe dann, indem er ſie verſchloſſen hielt, durch Umkehrung der Röhre in ein mit Merkur ſo weit gefülltes Gefäß, daß das zugehaltene Röhrenende unter dieſes Merkur tauchte, und zog nun den Finger von dem Ende weg; nur der obere Theil der Röhre entleerte ſich, in dem übrigen Röhrentheil blieb das Merkur in Form einer 27 ½ Zoll langen, ſenkrechten Säule hängen. T. benachrichtigte von dieſem ſeine Erwartung vollkommen beſtätigenden Verſuche im Jahr 1644 den P. Merſenne zu Nevers, deſſen ausgebreiteter Briefwechſel ſehr bald zur weiteren Bekanntwerdung dieſes höchſt folgenreichen, zunächſt die ganze Lehre vom Abſcheu der Natur vor der Leere ſtürzenden Verſuches beitrug; wie denn auch Pascal (geb. 1625; geſt. 1662) auf ſolchem Wege davon in Kenntniß geſezt wurde und darüber, im 23ten Jahre ſeines Alters, eine Abhandlung ſchrieb, in welcher er jedoch auch noch dem horror vacui huldigte. Torricelli aber, über das Ergebniß des Verſuches weiter nachdenkend, folgerte: daß es der einſeitige, gegen den Merkurſpiegel des Gefäßes gerichtete Druck der atmoſphäriſchen Luft ſey, welcher das Merkur in der Röhre bis zu 27 ½ Zoll Höhe erhalte, und daß dieſe Merkurſäule ſelbſt dieſen Druck meſſe; mithin: daß das Gewicht der Merkurſäule, vom Merkurſpiegel des Gefäßes an gerechnet, gleich ſey dem Gewichte einer ebenſo dicken (der Merkurſäule hinſichtlich des Querdurchmeſſers gleich kommenden) vom Merkurſpiegel bis zu den äußerſten Höhen hinauf reichenden Luftſäule. Im Begriff dieſe Folgerung weiter zu prüfen, wurde T. durch ſeinen frühzeitigen Tod daran gehindert, Pascal hingegen eignete ſie ſich nun ganz an, zunächſt, indem er durch den Rath Perrier, einem ſeiner Schwäger, bereits den 19. Sept. 1648 in Auvergne, auf dem Berge Puy-de-Dome und zu Clermont-Ferrant den Höhenſtand des Merkur in einer der Torricelli'ſchen ähnlichen Vorrichtung unterſuchen ließ; es fand ſich derſelbe im Garten des Kloſters der Minimen zu Clermont gleich 26 Zoll 3½ Lin., auf der Spitze des Puy de Dome hingegen nur gleich 23 Zoll 2 Lin.; ſo daß alſo für dieſen von P. für 500 Toiſen hoch erachteten, genauern Meſſungen nach jedoch 4541 par. Fuß Höhe erreichenden Berg der Unterſchied 3 Zoll 1½ Lin. betrug, (P. ſelbſt fand auf dem 24 Toiſen hohen Thurme der Kirche St. Jaques de la Boucherie zu Paris den Merkurſtand im Barometer, d. i. den Barometerſtand um 2 Linien niedriger, als unten am Fuße des Thurms), was T's und P's Vermuthung: daß Verkürzung der Luftſäule — Minderung

des Luftdruckes, und damit, in T's Vorrichtung Niederung des Merkurſtandes bewirkt habe, vollkommen beſtätigte, ſpäterhin aber zur barometeriſchen Höhenmeſſung führte; wie denn P., indem er T's Vorrichtung, noch jezt die Torricelli'ſche Röhre genannt, tragbar und hinſichtlich des Gebrauchs bequemer und wohlfeiler herſtellte, und, wie jedoch früher ſchon Torricelli gethan hatte, ſie auch als Wetterglas in den Gebrauch zu nehmen lehrte (indem er beſtätigte, was ſchon Torricelli beobachtet hatte, daß der Höhenſtand des Merkur in derſelben täglichen mehr oder weniger an den Wetterwechſel geknüpften Aenderungen unterworfen erſcheine) ſich zuerſt um die Benutzung der T.'ſchen Entdeckung und Verbeſſerung der darauf geſtüzten Erfindung des Barometers bleibende Verdienſte erwarb; ſ. oben §. 1. Bem. 7. — Den Hohlraum oberhalb des Merkur in dem längeren, oben verſchloſſenen (zugeſchmolzenen) Theil der Glasröhre des Barometer's nennt man die Torricelli'ſche Leere, und war das vollkommen (chemiſch-) reine Merkur des Barometers vor und nach dem Füllen gehörig ausgekocht, ſo iſt dieſer Hohlraum wenigſtens gänzlich luftleer, enthält aber dagegen höchſt ausgedehnten (äußerſt dünnen) Merkurdampf; m. Grundz. II. 254, 110 u. 209, und wenn die, in dieſem Falle jedoch wenigſtens 33—34 Fuß hohe Torricelli'ſche Röhre, ſtatt Merkur Waſſer enthielt, und mithin ein ſogenanntes Waſſerbarometer darſtellt, ſo iſt die über dem eingeſchloſſenen Waſſer befindliche Leere nicht nur voll von Waſſerdampf, ſondern zugleich auch ſtets mehr oder weniger lufthaltig, weil das Waſſer theils ſtets Luft enthält, theils von Außen her hindurchdringen läßt. Aus dieſem Grunde vernahm Caſpar Bertus, der zu Rom Torricelli's Verſuch mit einer (ſtatt Merkur) Waſſer enthaltenden Röhre wiederholte, ein Glöckchen klingen, das er vor der Füllung und Umkehrung der Röhre in derſelben an ihrem zugeſchmolzenen Ende befeſtigt hatte und nach dem Sinken des Waſſers in der ſog. Leere, durch Bewegen des eiſernen Glockenklöppels mittelſt eines Magnetes, zum Klingen brachte; was dann B. zu der Folgerung leitete: als ließe ſich keine Leere darſtellen, und als ſey mithin durch Torricelli's Verſuch der mehr erwähnte Abſcheu gegen die Leere nichts weniger als wiederlegt. Da nämlich der Schall in Wellenbewegungen wägbarer Materie beſteht, und ſofern er ſich von Bertus: Waſſerbarometer-Leere aus fortpflanzte, in dieſer ſog. Leere das Vorhandenſein von dergleichen Materie (und in dieſem Falle: von luftiger Materie) vorausſetzen ließ, ſo ſchien der Verſuch auf den erſten Anblick allerdings gegen T's Folgerung zu ſprechen. Indem aber Pascal ſpäterhin das Fehlerhafte in B's Verſuch darthat und die Anweſenheit von Luft in der ſog. Leere über dem Waſſer nachwies, verwies er damit für immer die Fuga vacui in ihre bald darauf allgemein zugeſtandene Richtigkeit; vergl. P's Traité de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse de l'air. *Paris* 1663.

12. — Vor Erfindung der Luftpumpe bedienten ſich übrigens die Mitglieder der Akademie zu Florenz der Torricelli'ſchen Leere, die ſie erweiterten: indem ſie das zugeſchmolzene Ende der Röhre in eine Kugel oder Phiole ausblieſen, zur Darſtellung luftleerer Hohlräume; eine Vorrichtung die Luft durch Erhitzung in einer geöffneten kupfernen Hohlkugel, die mittelſt eines Meſſingrohr's und Meſſingtellers mit dem Hohlraum einer über den Teller geſtürzten Glasglocke in Verbindung ſteht und nach dem Erhitzen geſchloſſen werden kann, in ſolchem Grade auszudehnen (mithin zu verdünnen), daß ſie die Guericke'ſche Leere für viele Fälle zu erſetzen vermag, ſtellte ich 1824 her und beſchrieb ſie, unter der Benennung Aerotanyt (Luftverdünner) in m. Archiv für die geſammte Naturlehre II. 500 ff. Auch mit leicht verſchluckbaren Gaſen (z. B. mit Carbonſäuregas; oben §. 1. Bem. 5. S. 7) gefüllte Glasgefäße, in oder unter welche man ſchnell die das Gas verſchluckenden Materien (z. B. gebrannten Kalk) bringt und die man darauf gegen die äußere Luft abſchließt, können zu Herſtellungen von ähnlichen ſog. Leeren benuzt werden. Ließe ſich eine vollkommene Leere darſtellen, die weder Luft noch irgend eine Art Dampf enthielte, ſo gebe dieſe ein Mittel an die Hand über die Frage zu entſcheiden: ob Licht, Wärme, Magnetismus u. ſ. w. nur Bewegungs-Erſcheinungen der raumerfüllenden Atome, oder unwägbarer Materien (des Aethers, oder eines Lichtſtoffes und Wärmeſtoffes) ſeyen? Vergl. oben §. 1. Bem. 5. S. 6.

2) Jede innerhalb einer Flüſſigkeit bewegte Materie vermag ſich nicht zu bewegen ohne mehr oder weniger von der Flüſſigkeit in Bewegung zu verſetzen. Wo aber irgend eine Maſſe auf eine andere bewegend wirkt, erfolgt von Seiten dieſer anderen Maſſe eine, der durch die erſtere erlittenen Einwirkung entſprechende Gegenwirkung; denn Wirkung (Einwirkung) und Gegenwirkung (Rückwirkung) ſind (ihrer Richtung nach entgegengeſezt) gleich *), oder:

*) Newton ſtellte für alle leibliche Bewegungen drei Geſetze auf, von welchen das obige das dritte iſt und vorausſezt: daß jede eine ruhende oder bewegte Materie treffende Veränderung, dieſer ihrer Ruhe oder Bewegung nach, nothwendig zu betrachten ſteht, als gegenſeitige Mittheilung von Bewegung. Die drei Geſetze lauten: 1) eine ruhende Materie beharrt im Ruhen und eine bewegte in gradlinig-gleichförmiger Bewegung ſolange, bis erſtere durch eine bewegte, leztere durch eine ruhende, oder durch eine gegenbewegte Materie, zur Abänderung ihres Ruhe-, oder ihres Bewegungs-Zuſtandes gebracht wird. Es iſt dieſes das bereits oben S. 22. (§. 6.) entwickelte Naturgeſetz; 2) die Bewegungsgröße verhält ſich wie das Produkt der Maſſe und der Geſchwindigkeit; vergl. oben §. 1. Bem. 5. S. 9. Zwei Körper von ungleicher Maſſe bringen gleiche Wirkungen hervor, wenn ſich ihre Geſchwindigkeiten verkehrt verhalten wie ihre Maſſen. Es habe der bewegte Körper a eine Maſſe, oder, was daſſelbe ſagen will, ein Gewicht gleich 4 und eine Geſchwindigkeit gleich 2, ein anderer eine Geſchwindigkeit gleich 4 und eine Maſſe gleich 2, ſo werden beide gleiche Bewegungsgrößen, oder in Beziehung auf mögliches Wirken derſelben, gleiche Wirkungsgrößen oder gleiche Momente darbieten; 3) Wir-

die gegenſeitige Einwirkung, d. i. die gegenſeitig mitgetheilte Bewegung *) iſt gleich; der die Einwirkung erleidende Körper

---

kung und Gegenwirkung ſind gleich. In Beziehung auf die beiden lezten Geſetze folgt auch weiter: daß zwei bewegte Materien einander zur Ruhe bringen werden, indem ſie gegenſeitig ihre Bewegungen aufheben, wenn ſie in derſelben geradlinigen Richtung auf einander treffend, gleiche Bewegungsgrößen mitbringen und durch das Aufeinandertreffen nicht neue Wirkſamkeiten, z. B. nicht Ausdehnungs-Beſtimmungen (Elaſticitäten) in ihnen erweckt und zur Wirkſamkeit gebracht werden. Wo zwei Bewegungsgrößen gegenſeitig Ruhe (Stasis) erzwingen, oder, was eben ſo viel beſagt, wo die ſtatiſchen Momente zweier bewegter Materien gleich und in bemerkter Weiſe gegeneinander gerichtet ſind, halten ſie ſich im Gleichgewichte, und ſind ſie alſo nicht vernichtet, ſondern nur in ihrer Wirkſamkeit durchaus gehemmt. Newton bezeichnete den Erfolg ſolcher Hemmung durch: gleiche Druckgrößen (Pressiones) die einander entgegenwirken, heben ſich auf. — Da Anziehungen Erfolge concentriſcher Bewegungen ſind (§. 1. Bem. 5.) und mithin, wie ſolches auch bei der Beſtimmung der Fallgeſchwindigkeit geſchieht, als Geſchwindigkeits-Beſtimmungen und ſomit auch: als die Geſchwindigkeiten ſelbſt in Rechnung genommen werden können, ſo wird es ſich bei Betrachtung der Ergebnißgrößen der verſchiedenen Anziehungen, da dieſe Größen in der That nichts weiter ſind und ſein können: als die Produkte der Maſſen und der Geſchwindigkeiten, nur von der Beſtimmung der Maſſe und ihrer Geſchwindigkeit handeln, um den Werth der Anziehungs-Erfolge in Zahlen ausdrücken zu können. Leider iſt jedoch die Größe dieſer Geſchwindigkeiten bis jezt nur bei einigen Anziehungen (bei der Schwere, dem Magnetismus und bei der Adhäſion oder Anhaftungs-Ziehung) ermittelt worden, bei den übrigen Anziehungsarten hingegen noch ſo gut wie unbekannt. Nehmen wir an: daß die Grundſtoffe (a. a. O.) bei urſprünglich ungleicher Geſchwindigkeits-Beſtimmung gleiche Maſſen (gleich große und gleich dichte Atome; a. a. O.) beſitzen, oder daß ſie bei gleichen Geſchwindigkeiten ungleiche Maſſen, ungleich dichte Atome, darbieten, ſo werden im erſteren Falle ihre chemiſchen Anziehungsſtärken (ihre chemiſchen Verwandtſchaften; m. Grundz. I. 135) ſich verhalten wie ihre Geſchwindigkeiten, im lezteren wie ihre Maſſen oder Dichten; es iſt aber auch denkbar, daß bei jedem derſelben beide, Maſſen und Geſchwindigkeiten, ungleich ſind, und in ſolchem Falle würden bei je zwei Grundſtoffen deren Anziehungsſtärken mit einander ſich verhalten wie die Quotienten der Maſſen durch die Geſchwindigkeiten. Zwei Grundſtoffe, deren Maſſen ſich verkehrt verhalten, wie ihre Geſchwindigkeiten, würden, wenn die lezteren der obigen Annahme ſich naturgemäß zeigen ſollte, zur Ausgleichung oder zum Herſtellen ihres chemiſchen Gleichgewichts (Neutralität; a. a. O. S. 129) gelangen, wenn ihre Maſſen ſich verkehrt verhielten wie ihre Geſchwindigkeiten. Sie durchdringen ſich dabei, ſo wie überhaupt bei jeder Miſchung d. i. Vereinigung zur gemeinſamen Raumerfüllung (ſey dieſes nun chemiſch oder nur phyſiſch bedingt; m. Grundz. I. 33), ſofern ſie, Maſſen-Punkt für Maſſen-Punkt genommen, durchaus freibeweglich ſind.

*) Gewöhnlich nennt man nur Mittheilung der Bewegung jenes In-Bewegung-Setzen: wo ſowohl die Bewegung ertheilende und zurückerhaltende Materie, als die Bewegung empfangende und zurückgebende gegenſeitig undurchdringlich ſind; d. h. wo zwar die erſtere oder die leztere, oder auch beide Materien im Ganzen genommen (als ihren Theilchen nach zuſammenhängende) freibeweglich ſind, hingegen nicht ihrer untheilbaren (unendlich kleinen) Theilchen nach; denn wo dieſes ſtatt hat hört die Undurchdringlichkeit auf und tritt Durchdringbarkeit, ſey es phyſiſche oder chemiſche, ein. Siehe die vorhergehende Anmerkung. Indem man ſonſt dieſen Unterſchied der Beweglichkeit nicht beachtete, legte man aller (vorzüglich durch die Chemie) dargebotenen Erfahrung entgegen großes Gewicht auf den Satz: die Materie iſt undurchdringlich, den man dahin deutete: eine

vermag nicht mit mehr Gewalt auf den einwirkenden Körper zurückzuwirken, als mit welcher dieſer zuvor auf ihn eingewirkt hatte. So viel Bewegung aber eine bewegte Materie der anderen mittheilt, ſo viel verliert ſie auch an der eigenen Bewegung, oder vielmehr empfängt ſie an in entgegengeſezter Richtung wirkender Bewegung; denn gleich große einander entgegengeſezte Bewegungen heben ſich gegenſeitig auf (oben §. 8. Bem. 2. S. 30). So viel Bewegung alſo eine in einer Flüſſigkeit bewegte Materie dieſer Flüſſigkeit mittheilt, ſo verliert ſie auch von ihrer Bewegung. Dieſen Verluſt betrachtet: als von Seiten der Flüſſigkeit durch deren Rückwirkung erzwungen, iſt, was man bei ſolchen Bewegungen Widerſtand der Flüſſigkeit nennt und in vorkommenden Fällen in Abzug zu bringen hat, wenn man wiſſen will: welche Geſchwindigkeit der in der Flüſſigkeit bewegten Materie verbleiben muß, und mit welcher Bewegungsgröße (§. 1. Bem. 5. S. 9) ſie anderweit einzuwirken im Stande iſt?

Materie kann nicht an die Stelle der anderen treten, ohne dieſe aus ihren Raum zu vertreiben, oder zwei (oder mehrere) Körper können nicht zugleich in demſelben Raume ſein. Da die Erfahrungen über die chemiſche Miſchbarkeit dieſer Annahme ſich geradezu entgegenſtellten, ſo knüpfte man an die behauptete Undurchdringlichkeit noch die Bedingung, daß die Körper bleiben wie ſie ſind, indem man vorſtehenden Satz dahin abänderte: es können zwei Körper nicht zugleich in demſelben Raume ſein, ohne ihre Beſchaffenheiten ganz oder zum Theil aufzugeben; aber auch in dieſer Abänderung enthält der Satz erfahrungsmäßig eine Unrichtigkeit. In der atmoſphäriſchen Luft iſt z. B. in demſelben Raume wo Sauerſtoffgas (Lebensluft) weilt, auch Azotgas oder Stickgas (Stickluft), Waſſergas (Waſſerdampf) Carbonſäuregas (Kohlenſäure-Gas; fixe Luft) und ſtets auch noch ein und das andere zufällig beigegebene, der reinen Luft fremdartige Gas (Ausdünſtungen aller Art), ohne daß jedes einzelne dieſer Gaſe ſeine urſprüngliche Beſchaffenheit verändert hätte; wo aber in der atmoſphäriſchen Luft eines dieſer Gaſe, zumal eines der erſteren beiden, die in ihr in der größten Menge vorhanden, ſich vorfindet, fehlt auch das andere nicht; dennoch aber wirkt jedes derſelben ſo unabhängig, daß die Theilchen jeder einzelnen von dieſen Gasarten zunächſt nur auf Theilchen ihrer Art drücken, und wenn jedes einzelne dieſer Gaſe theilweiſe vermindert wird, ſo ſtürzen die übrigen Theile deſſelben Gaſes in den Raum nach, der durch die Minderung für ſie leer geworden. Man kann hier zwar einwerfen: wenn man Sauerſtoffgas zu Stickgas bringt, oder umgekehrt, ſo wird der gemeinſchaftliche Raumumfang im Verhältniß des zugebrachten Gaſes vergrößert, und mithin der des erſteren Gaſes durch das andere vergrößert, und umgekehrt; dem iſt allerdings ſo, allein dieſe gegenſeitige Verdünnung iſt eine wahre Durchdringung, und hat dennoch auf die Wirkſamkeit des einen wie des anderen Gaſes keinen weſentlichen Einfluß. Denn ob ich z. B. 21 Volum-Hundertel Sauerſtoffgas mittelſt der Luftpumpe oder durch Zuſatz von Azotgas um 79 Volum-Hundertel verdünne, iſt für deſſen chemiſche Wirkſamkeit einerlei. Von Waſſer, das man in einen Hohlbehälter bringt, verdampft in demſelben bei gleicher Temperatur eben ſo viel wenn der Behälter luftleer, als wenn er luftvoll iſt. Und jene, welche einen Wärmeſtoff annehmen, müſſen zugeſtehen, daß Wärme, und dadurch erwärmte Materie, mit lezterer überall zugleich zugegen ſind, ohne daß die Wärme dadurch aufhört als ſolche fühlbar zu ſeyn; ebenſo daß Staub- und dunſtfreie Luft überall neben Wärme noch mehr oder weniger Licht beſizt (Falls man ſie nicht nach allen Seiten hin gegen das Eindringen des Lichtes geſchüzt hatte) ohne daß dadurch ihre Beſchaffenheit irgend weſentlich verändert worden wäre.

3) Newton glaubte annehmen zu dürfen, daß der Widerſtand der Flüſſigkeit ſich verhalte: wie die mit ſich ſelber multiplicirte Geſchwindigkeit (wie das Quadrat der Geſchwindigkeit) der bewegten Materie, wie die Gegenfläche und wie die Dichte der Flüſſigkeit; ſpätere Verſuche zeigten jedoch daß dieſe Annahme nur zuläßig ſey (und auch dieſes nur, wenn man auf vollkommene Strenge in der Nachweiſung des Geſetzes verzichtet) bei mittleren Geſchwindigkeiten. Unter mittlerer Geſchwindigkeit verſteht man jene berechnete Geſchwindigkeit deren Werth man erhält, wenn man die einzelnen Werthe der verſchiedenen Geſchwindigkeiten einer bewegten Materie in Zahlen ausgedrückt ſummirt, und die Summe durch die Zahl der Menge dieſer verſchiedenen Geſchwindigkeiten dividirt. Da die Geſchwindigkeit ſtets aus dem Verhältniß der von der bewegten Materie verbrauchten Zeit zu der in ſolcher Zeit durchlaufenen Bahn hervorgeht, und bei gleichem Zeitverbrauch um ſo größer iſt, je größer die durchlaufene Bahn, und umgekehrt um ſo kleiner je kürzer dieſe Bahn (oder bei gleicher Bahn: um ſo beträchtlicher je kürzer die Zeit, und um ſo weniger beträchtlich je länger dieſelbe; oben §. 1. Bem. 5.) und da eine bewegte Materie durch ſich andauernd erneuernde hemmende Gegenwirkungen, z. B. durch den Widerſtand des Mittels, nothwendig von Zeittheilchen zu (gleich großem) Zeittheilchen fortſchreitende Verminderungen ihrer Geſchwindigkeit, umgekehrt durch fortdauernd ſich erneuernde Einwirkung der Bewegungsurſache (z. B. der Erdſchwere, wie dieſelbe wirkt auf fallende Körper) wachſende Vermehrungen derſelben erleiden muß, ſo wird man, wenn man die ganze Dauer der Bewegung in gleich große Zeittheilchen ſpaltet und für jedes dieſer Zeittheilchen die Größe der von der Materie durchlaufenen Bahn angibt, mit dieſen Bahn-Angaben die Werthe der einzelnen Geſchwindigkeiten erhalten, die dann zuſammengenommen durch die Menge der Zeittheilchen dividirt, die mittlere Geſchwindkeit der bewegten Materie darbieten. Nahm hiebei von Zeittheilchen zu Zeittheilchen die Geſchwindigkeit in gleichem Grade zu (ſo daß ſie nach dem zweiten Zeittheilchen doppelt, nach dem dritten dreimal u. ſ. w. ſo groß erſcheint, als ſie im erſten war), oder nahm ſie in demſelben Verhältniß ab, ſo iſt die Bewegung im „erſteren“ Falle eine gleichmäßig beſchleunigte, im „lezteren“ eine gleichmäßig verlangſamte; und in beiden Fällen iſt die mittlere Geſchwindigkeit genau die Hälfte der Endgeſchwindigkeit (d. i. derjenigen Geſchwindigkeit, welche die bewegte Materie am Ende des lezten Zeittheilchens beſizt, und die ſich wie dieſe Zeiten verhält, d. h. nach 4 Secunden z. B. doppelt ſo groß iſt, als nach 2 Secunden) und jene Bahn, welche die Materie in Folge der mittleren Geſchwindigkeit in der beſtimmten Zeit durchlaufen würde, iſt die Hälfte von derjenigen, die ſie mittelſt der Endgeſchwindigkeit in derſelben Zeit gleichförmig (§. 8.) durchlaufen müßte. — Jede Bewegung übrigens, bei welcher in den

nacheinander folgenden gleichgroßen Zeittheilchen gleichmäßig oder ungleichmäßig wachſende oder abnehmende Bahnen durchlaufen werden, iſt eine ungleichförmige; ſ. auch m. Grundz. II. S. 11—12.

4) Da bei der gleichmäßig beſchleunigten Bewegung die Geſchwindigkeit in gleichen Zeiten um gleichviel wächſt, und da die Bahn für das erſte Zeittheilchen der mittlern Geſchwindigkeit dieſes Zeittheilchens entſpricht und daher halb ſo groß iſt, als die zu dieſem Zeittheilchen gehörige Endgeſchwindigkeit *), ſo muß die Bahn des zweiten Zeittheilchen das dreifache, jene des dritten das fünffache, die des vierten das ſiebenfache und ſofort für jedes nächſtkommende Zeittheilchen der nächſtfolgenden ungeraden Zahl gemäß das neun= ꝛc.=fache der Bahn des erſten Zeittheilchens darſtellen, und ſo müſſen mithin 1) die zu den einzelnen ununterbrochen einander folgenden Zeittheilchen gehörigen Bahnen zunehmen wie die nach einander folgenden ungeraden Zahlen, und 2) die in einer Reihe von Zeittheilchen, oder in einer Geſammtheit zuſammengenommenen zurückgelegten Bahnen (oder die Summe der in der Geſammtzeit durchlaufenen Räume) ſich verhalten: wie die Zahl der zu der Geſammtzeit gehörigen Einzelzeiten multiplizirt mit ſich ſelber, d. i. wie die Quadrate der (Geſammt=) Zeit. Denn bezeichnet man die zum erſten Zeittheilchen gehörige Bahn mit 1, ſo iſt die des zweiten 3, jene des dritten 5, die des vierten 7 ꝛc.; aber 1 zu 3 macht 4, und 2 (Zahl der erſten Geſammtzeit) mal 2 iſt 4; 1 zu 3 zu 5, zu 7 macht 16; aber 4 (Zahl der Zeit nach dem Durchlaufen der 7 fachen Bahn) mal 4 iſt 16; u. ſ. w. vergl. m. Grundzüge II. 16 ff. Als Zeiteinheit, oder als Einzelnzeit, nimmt man bei Geſchwindigkeits=Beſtimmungen gewöhnlich an: die Zeit=Secunde, und bei jener beſchleunigten Bewegung, welche frei fallende Körper darbieten: die erſte Secunde an, und ſpricht daher z. B., in Beziehung auf die ſolchen Körpern zukommende Geſchwindigkeit, erfahrungsgemäß: die Fallgeſchwindigkeit eines (gleichweit vom Erd=Aequator und von den Erd=Polen, alſo unter 45 Grad geographiſcher Breite, aus der Nähe der Erde zum Meeresſpiegel, als zu dem tiefſten Erdoberflächen=Theil) frei d. i. ungehindert, alſo abgeſehen vom Widerſtande des Mittels (hier: der Luft) fallenden Körpers iſt $15^5/_8$ Fuß, was dann ſo viel heißt als: der Körper durchfällt in der erſten Secunde ſeiner Fallzeit $15\,^5/_8$ Fuß (oder 15′, 625). — Bei der gleichmäßig verlangſamten (retardirten) Bewegung tritt das umgekehrte Verhältniß der Bahnen zu den Zeiten ein; hatte die Bahn, z. B. eines ſenkrecht aufwärts, alſo der Geſammtanziehungs= oder Schwere=Rich=

*) Vermöge welcher die bewegte Materie während des zweiten Zeittheilchens, wenn mit dem Ende des erſten Zeittheilchens die Beſchleunigung aufgehört hätte, lediglich der Trägheit gemäß, eine noch einmal ſo lange Bahn gleichförmig durchlaufen würde, als ſie innerhalb des erſten Zeittheilchens bereits durchlaufen hatte.

tung der Erde geradezu (direct) entgegen, übrigens ungehindert geworfenen Körpers in der erſten Zeit-Secunde eine Länge gleich 7, ſo hat ſie in der zweiten eine gleich 5, in der dritten eine gleich 3, und in der vierten eine gleich 1; denn, während bei dem ſenkrechten freien Falle die dem Körper, gemäß ſeines Abſtandes von der Erde, zukommende anfängliche (urſprüngliche oder Anhebe-) Geſchwindigkeit, der Trägheit (§. 9. Bem. 2. S. 35 — 36) gemäß, die ganze Fallzeit hindurch ihm nicht nur verbleibt, ſondern — weil die Wirkung der Erdſchwere auf den fallenden Körper ſich in jedem nächſtkommenden denkbar kleinſten Zeittheilchen erneuert, und: was dieſe Erneuerung an Geſchwindigkeit mehrt dem Falle, während jedes nächſten Zeittheilchens, ebenfalls der Trägheit wegen, zu Gut kommt — ſich auch andauernd gleichmäßig vermehrt*), ſo wird dagegen die dem geworfenen Körper ertheilte, anfänglich größte Steig-Geſchwindigkeit, weil die ununterbrochen ſich erneuende Schwere-Wirkung, der Richtung des Körpers gerade entgegenwirkt, jene Geſchwindigkeit in gleichem Maaße fortdauernd mindern, wie ſie die des fallenden Körpers vermehrte, bis endlich die dem geworfenen Körper anfänglich ertheilte Steig-Geſchwindigkeit durch die Gegenwirkung der Schwere gänzlich aufgehoben und verzehret iſt. In dem Augenblicke, wo dieſes eintritt, hat der Körper ſeinen höchſten Steigpunkt erreicht und beginnt unmittelbar darauf wieder zu fallen. Vergl. meine Grundz. a. a. O. Könnte man die dem geworfenen Körper nur einmal, unmittelbar vor ſeinem Anſteigen, ertheilte Wurfgeſchwindigkeit in jedem nächſtkünftigen Zeittheilchen (die denſelben entſprechenden Bahnentheile hindurch) fortdauernd erneuen, ſo würde er nie einen höchſten Punkt erreichen, ſondern endlich zu einer Höhe gelangen, wo die Einwirkung der Schwere auf ihn geringer wäre, als die ihm zulezt ertheilte Wurfbewegung, und dann würde der Körper, in Folge der Trägheit, gleichförmig in den unendlichen Weltraum anſteigend, ſich in demſelben fortbewegen: endloſe Zeit hindurch.

5) Für mäßige Höhen findet eine, jedoch von Luftſchicht zu Luftſchicht (vermöge deren mit den Höhen zunehmenden Dünne) nicht gleichförmige, ſondern geminderte Erneuerung der Anſteige-Bewegung ſtatt, bei allen — ihrer größeren Leichtigkeit wegen — in der Luft anſteigenden Materien; z. B. bei jeder durch Berührung der warmen Erdoberfläche, ſo wie durch die übrigen in der Nähe dieſer Oberfläche

---

*) Die Einwirkung der Erd-Schwere auf den fallenden Körper iſt eigentlich in jedem nächſtfolgenden Zeittheilchen um etwas größer, als ſie im vorhergehenden war, weil der Körper der Erde immer näher kommt, die Wirkungsgröße der Schwere aber mit der Nähe wächſt (§. 1 Bem. 5. S. 8); bei ſo geringen Abſtänden aber, wie ſie von der Erde aufwärtsgeworfene Körper darbieten, iſt dieſe Anziehungs-Zunahme ſo geringe, daß ſie füglich unberückſichtigt bleiben kann; und ebenſo auch jenes Weniger der Einwirkung, welches die Schwere in gleichgroßen Zeiten nach einander auf den anſteigenden Körper hat, wenn derſelbe ſteigend ſich mehr und mehr von der Erde entfernt.

fortdauernd vor ſich gehenden Wärme-Entwicklungen, erwärmten niederen Luftſchicht, ebenſo bei anſteigenden Seifenblaſen, Luftballons u. m. dgl. Sowohl jene warmen Luftſtröme (denen es in dieſer Hinſicht ähnlich ergeht, wie jedem heißen aus den Oefen und Feuerheerden, Vulcanen u. ſ. w. aufſteigenden Luftſtrom), und die, ſo wie ſie entſtehen, die kältere ſie umgebende Luft zwar nach allen Seiten zurückdrängen, dagegen aber auch dem Rückdruck dieſer Luft ausgeſezt erſcheinen, als auch Seifenblaſen, Luftballons u. dgl. werden nämlich durch andauernd ſich erneuende, durch Seiten-Druck der ſie zunächſt umgebenden dichteren (mithin mehr Maſſe, und darum auch mehr in Form von Druckgewalt ſich äuſſernde, Bewegungsgröße darbietenden) Luft bewirkte Emporſchiebung, nach und nach, und während ſie indeſſen fortdauernd der Rückziehung durch die Schwere und dem Widerſtande und Rückdrucke des über ſie gelagerten Mittels unterworfen erſcheinen, zu Höhen hinaufgetrieben, wo ihre Gegendruckgewalt ſo groß iſt, wie der gegen ſie gerichtete Seitendruck, und hier gelangen ſie in Beziehung auf Steig-Bewegung zur Ruhe, wenn ſie nicht etwa wieder von unten her, durch nach ihnen aufſteigende Luftſtröme, ſchiefe Windſtöße u. dgl., aufs Neue aufwärts geſtoßen werden; wo ſie dann aber doch wieder, Falls der Stoß ſich nicht erneuet, zur vorigen, durch das Gleichgewicht von Druck (Luft-Seitendruck) und Gegendruck beſtimmten früheren Steighöhe herabſinken. Je dünner übrigens bei dieſem Aufſteigen die Luft wird, um ſo mehr wächſt das relative Gewicht des aufſteigenden Körpers.

6) Der Gegendruck iſt im bemerkten Falle dem Seitendrucke gleich, wenn der angeſtiegene Körper ſo viel wiegt, als eine Menge der ihm zur Seite befindlichen Luft, von einem eben ſo großen Raumumfange als der Körper ſelbſt hat. Die Seifenblaſen, Luftballons u. dgl. beſtehen hiebei aus an ſich ſehr ungleichen und ſehr verſchiedene Eigendichte (§. 1. Bem. 5. S. 6) darbietenden Materien, und ebenſo die den Seitendruck ausübende Luft (§. 9. Bem. 2. Anm. S. 36 ff.). Der Druck daher den dieſe gegen jene Körper ausübt, entſpricht dem Gewichte aller ihrer wägbaren Theile, wird aber in Beziehung auf Bewegungs-Erzeugung für den aufſteigenden Körper noch dadurch vermehrt, daß dieſe Theile, kraft ihrer Ausdehnſamkeit, ſich in die von dem Körper verlaſſenen Räume ergießen, und dieſe erfüllend, aufwärts drücken, wo ſie dann nicht ſowohl als Druck übende, ſondern als Stoß verſetzende Subſtanzen ſich wirkſam zeigen; während aber die nur drückende Materie lediglich durch ihr Gewicht (durch ihre Maſſengröße) wirkt, kommt die ſtoßende bereits mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit, mithin mit einer Gewalt zu dem zu bewegenden Körper, welche gleich iſt dem Gewichte der drückenden Theile multiplicirt mit ihrer Geſchwindigkeit; im vorſtehenden Falle: mit jener Geſchwindigkeit, mit welcher die Luft den entſtehenden leeren Raum ausfüllt, und die um ſo größer ſein wird, je dichter ſie war;

mithin je näher der Erde, oder je tiefer, vor ihrem Auseinander- und Hineinfließen in den entſtandenen leeren Raum, ſie ſich befand. Nach Beendigung dieſer Raumausfüllung handelt es ſich aber, in Beziehung auf den aufgeſtiegenen Körper, lediglich von den gegenſeitigen mittleren Eigengewichten, und iſt das des Körpers ſo groß, als jenes der Seitendruck ausübenden Luft, ſo kann der Körper durch dieſen Seitendruck nicht höher emporgetrieben werden. Jene Stoßgewalt aber, welche in Folge der in den von dem Körper verlaſſenen Raum eindringenden Luft, von derſelben gegen dieſe Körper aufwärts ausgeübt wird, mindert ſich zunächſt dadurch um ein Merkliches: daß der Körper die über ihm ſchwebende Luft bis zu deren Seitwärtsabfließen tragen muß; denn wiewohl Flüſſigkeiten in Flüſſigkeiten von gleicher Beſchaffenheit, und hauptſächlich von gleicher Dichte, gegen ſich ſelber nicht laſten, und eben ſo wenig gegen die Körper, die von ihnen umgeben werden *), ſo leiſten ſie doch gegen dieſelben den Widerſtand der Flüſſigkeit **), wenn leztere

---

*) Wenn ſie auf den Körper von einander entgegengeſezten Seiten her drückend, in dieſen ihren gegenſeitigen Druckgewalten, in Beziehung auf den Körper, ſich das Gleichgewicht halten, bei 28 Zoll Barometerſtand (d. h. wenn das Merkur in dem längeren Schenkel der Barometerröhre, unter der Torricelli'ſchen Leere, vom Spiegel des Merkur im kürzeren Schenkel an gemeſſen 28 Zoll hoch ſteht) beträgt der Luftdruck auf 1 Quadratzoll Unterfläche 15 Pfund, auf 1 Quadratfuß 2160 Pfund d. i. nahe 20 Centner (nämlich 19 Centner und 70 Pfund; den Centner zu 110 Pfund angenommen); denn er iſt ſo groß als das Gewicht einer Merkurmaſſe, welche 28 Zoll hoch einen Quadratfuß Fläche bedeckt. Nimmt man an, daß die Oberfläche des zur mittleren Größe und Dicke erwachſenen menſchlichen Körpers 15 Quadratfuß Oberfläche darbietet, ſo hat dieſer bei 28″ Bar. den Druck von 300 Centner Luft zu ertragen, ohne daß der Menſch es empfindet; es drückt aber nicht blos von Auſſen her Luft auf den Körper, ſondern auch von Innen, und wo dieſe fehlt erſezt ihre Wirkung die Elaſticität (die nach und nach mit dem Auſſendrucke gewachſen und ins Gleichgewicht gekommene Ausdehnſamkeit) des Körpers. Es laſtet daher die Luft auf den Menſchen nicht, obgleich ſie gegen ihn fortdauernd ſehr beträchtlich drückt. Mindert ſich dieſer Auſſendruck, ſo dehnt ſich die Luft in uns aus (z. B. beim Erſteigen beträchtlicher Höhen), und das empfinden wir dann mehr oder weniger ſchmerzhaft.

**) Newton's oben in der 3ten Bemerk. S. 38 erwähntes Geſetz des Widerſtandes der Flüſſigkeit läßt ſich auch ausdrücken, wie folgt: der Widerſtand iſt dem Gewichte einer Säule der Flüſſigkeit gleich, welche die Vorderfläche des bewegten Körpers zur Grundfläche und die ſeiner Geſchwindigkeit zugehörige Fallhöhe zur Höhe hat. Körper die in der Luft von nicht zu unbeträchtlichen Höhen herabfallen, werden, in Folge der andauernden Zunahme des Luftwiderſtandes, je tiefer ſie fallen um ſo langſamer ſich bewegen, ohngeachtet die Schwere-Einwirkung ſich auf ſie fortdauernd erneuet und ſogar, bei ſehr tiefem Fall in ſpäteren Theilen der Fallzeit etwas ſtärker einwirkt, als in früheren; ja es iſt denkbar, daß die Höhe der von dem Körper zu durchfallenden Luftſchicht ſo beträchtlich iſt, daß er eine Tiefe erreicht, in welchem die ihm durch die Schwere-Erneuung gewordene Geſchwindigkeit ihr Maximum erreicht, während ſeine Beſchleunigung gleich Null wird; dieſſeits dieſer Tiefe würde der Körper, des noch ſtets wachſenden Widerſtandes wegen, auch an Geſchwindigkeit abnehmen und auch dieſe endlich aufhören, und der Körper in der Luft ſchweben bleiben. Geſezt, es reichte eine dergleichen Fallen geſtattende Luftſäule mehrere Meilen weit in die Erde hinab, ſo würde die Luft bei 15 Meilen Tiefe ſchon das Platin

ſich in ihnen bewegen. Eine zweite Minderung erleidet die Stoßgewalt der aufwärtsſchiebenden Luft dadurch: daß der Körper um ſo weniger von ſeinem Gewichte verliert, je dünner die Luft iſt, in die er hinaufbewegt wird; denn jeder von einer Flüſſigkeit eingeſchloſſene Körper verliert ſo viel von ſeinem Gewichte, als die von ihm aus dem Raume vertriebene Flüſſigkeit wog; §. 1. Bem. 5. S.

7) Mittleres Eigengewicht nennt man bei Körpern, welche aus nebeneinander oder phyſiſch in einander (oben S. 37) befindlichen dichten Materien beſtehen, das Geſammtgewicht aller dieſer Materien, von denen jede eine beſondere, ihr eigenthümliche Eigendichte (§. 1. Bem. 5. S. 7) beſizt, in Beziehung auf den dem Körper zukommenden Raumumfang. Wiegen zwei Körper bei gleichem Raumumfang (bei gleichem Volum) gleich ſchwer, ſo haben ſie gleiche mittlere Eigengewichte; beſtehen ſie dabei jeder nur aus einer Art von Subſtanz, gleichviel: ob dieſe ein Grundſtoff iſt oder eine chemiſche, oder eine organiſche Verbindung von mehreren Grundſtoffen (d. i.

---

bei weitem an Dichte übertreffen und daher ſchon lange zuvor, Falls der fallende Körper aus Platin beſtanden, dieſen zum Schwimmen gebracht haben; denn das Eigengewicht des Platin iſt höchſtens gleich 23,543; ſezt man nun das der Luft an Meeresfläche 775 mal kleiner als das des Waſſers, und dürfte man annehmen daß die Dichte der Luft in der Erde mit zunehmenden Tiefen in gleichem Verhältniſſe wachſe, wie ſie über der Erde abnimmt (nämlich mit jeder geographiſchen Meile ſich ungefähr um die Hälfte mindernd, und daher abwärts, innerhalb der Erde, mit jeder Meile ſich verdoppelnd) ſo würde ſie bei 15 Meilen Tiefe eine Dichte von 32,768 haben, mithin 32,768 mal dichter als das Waſſer ſein und ſomit die Dichte des Platin ſehr bedeutend übertreffen, da dieſe nur das 23,543 fache des Waſſers und mithin das (775 mal 23,543 d. i. das) 18145= oder genauer das 18145,725 fache der Luft iſt. Indeſſen ſteht jener Annahme daß die Luft im Innern der Erde mit den Tiefen ſich verdichte, wie ſie auſſer der Erde mit den Höhen ſich verdünnt entgegen das Verhalten der Erdſchwere innerhalb der Erde. Denn geſezt die Erde wäre innerlich überall gleich dicht, und es dränge ein Körper in ſie hinab, ſo würde die von ihrer Mitte (oder richtiger von ihrem Schwerpunkte) aus gegen den Körper wirkende Schwere um ſo mehr abnehmen je tiefer der Körper eindränge; es würde dann nämlich gegen den Körper immer nur hinabziehend gewirkt werden von dem mit dem Schwerpunkte der ganzen Erde nahe zuſammenfallenden Schwerpunkte des unter ihm befindlichen Erdkerns, und dieſer würde um ſo kleiner werden je näher der Körper dem Schwerpunkte rückte, und wäre die Erde inwendig hohl, ſo würde für den Körper das Hinabgezogenwerden zum Schwerpunkte noch weit früher ſehr beträchtlich geſchwächt werden, als wenn ſie durchgängig gleichförmige Dichte darböte. Dränge der Körper, bei der lezteren Vorausſetzung ſo tief in die Erde, daß er den halben Erdhalbmeſſer (d. i. nahe 430 geogr. Meilen) über ſich hätte, ſo würde die Wirkung der Schwere auf ihn, vom Erdſchwerpunkte aus nur halb ſo groß ſein, als an der Erdoberfläche. Der dann unter dem Körper befindliche Kern würde nämlich bei halb ſo großem Durchmeſſer nur ein Achtel der ganzen Erde darbieten, dagegen aber würde der Schwerpunkt eines ſolchen mehr oder weniger kugeligen Kerns von dem Körper auch nur halb ſo weit entfernt, und mithin — gemäß der Fernewirkung der Schwere (die im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen ſteht; oben S. 8) — jedes Theilchen 4 mal ſo ſtark und das Achtel mithin halb ſo ſtark wirken, als die ganze Erde von ihrem Schwerpunkte aus auf den Körper gewirkt hatte, da er ſich noch auſſer ihr befand.

ein Gemiſch oder ein Gebild) darſtellt, ſo haben ſie gleiche ſelbſtſtändige oder *gleiche wahre*, oder, ſchlechthin *gleiche* Eigengewichte. Die Eigengewichte verhalten ſich überhaupt aber wie die Eigendichten; denn ſie ſind nichts anders als die Eigendichten: beſtimmt dem Gewichte nach, und Körper die ein mittleres Eigengewicht beſitzen, haben auch eine *mittlere Eigendichte*. Die *Dichten* aber verhalten ſich bei *gleichen Raumumfängen* wie die Maſſen (mithin wie die abſoluten Gewichte; a. a. O.), bei *gleichen Maſſen* umgekehrt wie die Raumumfänge, und bei *ungleichen Maſſen* und ungleichen Raumumfängen wie die Quotienten der Maſſen durch die Raumumfänge *). Hinſichtlich der verſchiedenen *Verfahren* die *Eigengewichte* (das ſind die durch Wägung beſtimmten Verhältniß-Dichten) zu beſtimmen, vergl. m. Experimentalphyſik 2te Aufl. I. S. 64 ff. und S. 301 ff., ſo wie auch m. Grundz. 2te Aufl. I. 24 und 112. Ueber die dabei zu beobachtenden Handgriffe ſ. w. u. Im gemeinen Leben nimmt man häufig die Ausdrücke *Schwere* und *Gewicht* für gleichbedeutend; indeſſen iſt ſolch eine Verwechſelung in naturwiſſenſchaftlichen Reden, Schriften oder Verhandlungen durchaus unſtatthaft, da beide Worte ganz verſchiedene Begriffe bezeichnen. *Schwere* iſt Fallbeſtimmung jedes einzelnen denkbaren Theiles der Materie überhaupt, *Gewicht* hingegen iſt die Summe

---

*) Ein Würfelfuß (Pariſer Maaß) des nahe eiskalten reinſten Waſſers wiegt 70,014 Franzöſiſche Pfunde, ein Pariſer Würfelfuß nahe eiskalten Merkurs (Queckſilbers) 953,522 Franzöſ. Pfunde; 953,522 dividirt durch 70,014 giebt 13,6191, mithin iſt das Merkur mehr als $13\frac{3}{5}$ mal ſchwerer (gewichtiger) als eben ſo kaltes reinſtes Waſſer. Wie ſich hier die Gewichte verhalten, ſo verhalten ſich auch die *Dichten*, und wenn die des Waſſers gleich 1 iſt, ſo iſt jene des Merkur gleich $13\frac{6191}{10000}$, und ebenſo verhalten ſich auch die *Eigengewichte* (oder die ſpezifiſchen Gewichte, ſpezifiſchen oder Eigen-Schweren, oder eigenthümlichen Gewichte oder Schweren); denn dieſe ſind nichts weiter als die Dichten der Materien oder Körper: nachgewieſen durch Wägen bei beſtimmtem Raumumfange und verglichen mit dem Gewichte einer zur Einheit (und dadurch als Maaßſtab für die Dichten und Eigengewichte) angenommenen Materie (gemeinhin des *reinſten Waſſers*) von gleichem Raumumfange (Volum) und von gleicher Fühlwärme (Temperatur). Ein Preuß. Cubikzoll *Waſſer* von 15° R. (15 Grad der *Reaumur*ſchen Thermometer- oder Wärmenmeſſer-Scale) wiegt $1\frac{2}{9}$ Preuß. Loth, 1 Cubikfuß deſſelben mithin 1728 mal ſo viel, d. i. 2112 Loth, oder 66 bürgerliche Pfunde (1 Pfund zu 32 Loth gerechnet); ebenſoviel (66 Pfund) wiegen auch 4 Cubikfuß und 288 Cubikzoll oder 7200 Cubikzoll Kork- oder Pantoffel-Holz; es verhalten ſich in dieſem Falle alſo, da die Maſſen (Gewichtsgrößen) beider Körper, des Waſſers und des Korks, gleich ſind, die Dichten umgekehrt wie die Raumumfänge, alſo wie 1728 dividirt durch 7200, d. i. wie 1 zu $\frac{6}{25}$ oder 1 : 0,24 und das *Eigengewicht* des *Korkes* (von 15° R.) iſt, das des Waſſers von gleicher Temperatur gleich 1 geſezt, gleich 0,24. Zwei Würfelfuß, oder 3456 Würfelzoll *Eis* von 0° R. wiegen 3869,184 Loth, oder 120,912 Pfund, während 1 Würfelfuß oder 1728 Cubikzoll Waſſer von 15° R., wie zuvor bemerkt worden, 2112 Loth ſchwer iſt; dieſe leztere Zahl dividirt durch 1728 giebt $1\frac{2}{9}$; 3869,184 dividirt durch 3456 giebt $1\frac{413}{3456}$ oder etwas über $1\frac{1}{8}$; $1\frac{413}{3456}$ oder $\frac{3869}{3456}$ dividirt durch $1\frac{2}{9}$ d. i. durch $\frac{11}{9}$, mithin $\frac{3869}{3456}$ mal $\frac{9}{11}$ giebt $\frac{34821}{38016}$ oder nahe 0,916. Iſt mithin das *Eigengewicht* des Waſſers von 15° R. gleich 1, ſo iſt das des *Eiſes* von 0° R. gleich 0,916.

dieſer Beſtimmungen in einer gegebenen Materie, entſprechend dem Drucke den die Materie in Folge ihrer Schwere äuſſert. Erſtere wird gemeſſen durch die Zeit des Falles (oben Bem. 4. S. 39), lezteres durch ein zur Einheit angenommenes Gewicht, (Centner, Pfund, Loth, Quentchen ꝛc.), deſſen Druckgröße mit jener der zu wägenden Materie verglichen wird. Das Werkzeug, mit dem man dieſe Vergleichung vollbringt iſt die Wage, das Vergleichen ſelbſt: das Wägen (Wiegen) oder Abwägen, und die auf ſolchem Wege gefundene Druckgröße das abſolute d. i. ohne Rückſicht auf den Raumumfang beſtimmte Gewicht. Von dieſer unbedingten Druckgröße verliert, wie zuvor erwähnt, jede Materie ſo viel, als das Stück der die Materie umgebenden Flüſſigkeit beträgt, das von ihr aus der Stelle vertrieben worden war; weil gleich große einander entgegengeſezte Druckgrößen ſich aufheben (§. 9. Bem. 6. Anm. S. 43). Was nach dieſer Gewichtsminderung der Materie noch an Gewicht verbleibt, pflegt man deren relatives Gewicht zu nennen, das um ſo kleiner erſcheint, je größer der Raumumfang der Wägung unterworfenen Materie und je dichter das Mittel (die ſie umgebende Flüſſigkeit) iſt, in welchem ſie gewogen wurde. Die Beſtimmung des abſoluten Gewichtes ſezt, ſtreng genommen, voraus: daß man Materien zu wägen vermöge im leeren Raume, da dieſes aber ſchier unmöglich iſt, da ſelbſt die Torricelli'ſche Leere keineswegs iſt, was ihre Benennung ausſagt (§. 9. B. 1. S. 34*) ſo folgt, daß alle unſere ohne Rückſicht auf den Raumum-

*) Daß Merkurdampf von ſo höchſt geringer Dichte, wie er in der Torricelli'ſchen Leere vorkommt, durch Compreſſion keine merkliche Temperatur-Erhöhung bewirkte, auch wenn ein ſehr empfindliches Thermometer hiebei befragt wurde (ſ. Berzelius Lehrbuch d. Chemie überſ. von Wöhler I. 58) darf nicht verwundern, wenn man erwägt daß die Menge des hiebei zuſammengedrückten höchſt ausgedehnten Merkurdampfes im Verhältniß zu der Wärme fortleitenden und vertheilenden tropfbaren Merkurmaſſe ſehr groß iſt, die den Dampf, ſo wie er zuſammengedrückt wird, verſchluckt. — Jene, welche dieſem Einwurfe und dem entgegen, was früher (oben S. 34) über den Dampfgehalt der T.'ſchen Leere bemerkt worden, dennoch das wirkliche Leerſein dieſer ſog. Leere behaupten, während ſie zugleich für die Urſachen des Lichtes, des Magnetismus u. ſ. w. ſelbſtſtändige Weſen (Stoffe) gelten laſſen oder überhaupt: das Vorhandenſein von Imponderabilien (unwägbaren Materien) d. i. von Materien annehmen die zwar den beſonderen Anziehungen (zumal den chemiſchen) aber nicht der allgemeinen (nicht der Schwere) ſich folgſam zeigen, müſſen wenigſtens zugeſtehen daß die T.'ſche Leere voll von Imponderabilien iſt; denn nicht nur das Licht wirkt durch dieſelbe zu Zeiten hindurch, ſondern unausgeſezt auch der Erdmagnetismus. Für die Materialität der Wärme glauben dieſe Phyſiker unter andern hauptſächlich auch folgendes Verhalten des Caoutchouc (Federharz, elaſt. Harz, Kautſchuck) geltend machen zu dürfen: zieht man einen kleinen Riemen dieſer Subſtanz raſch auseinander, während man ihn kurz vor und gleich nach dem Zuge an die Lippen hält, ſo bemerkt man beträchtliche Erhitzung deſſelben, weil, fügt man hinzu: der Riemen hiebei in der Breite und Dicke heftig zuſammengepreßt und mithin aus ihm, ſo wie aus der in ihm enthaltenen Luft, Wärme ausgepreßt wird; aber jede Elaſticitäts-Erhöhung iſt Erhöhung der in den Körpern vorhandenen excentriſchen, ſich als Wärme kundgebenden Bewegung, und Zuſammendrückung erhöhet

fang des Zu-Wägenden vollzogenen Wägungen nur verhältliche (relative) Gewichte gewähren. Hat der zu wägende Körper bei großem Raumumfange eine ſehr geringe mittlere Dichte, und befindet er ſich an dem Ende des kürzeren Arms einer hinreichend empfindlichen Schnellwage ohne Laufgewicht, während deren anderer entgegengeſezter längerer Arm lang und gewichtig genug iſt, dem kürzeren mit ſammt deſſen Körper: Belaſtung in der freien Luft von mittlerer Temperatur und mittlerem Barometerſtande *), oder von irgend einer gegebenen und beſtimmten Temperatur und ſtatthabendem und gemeſſenem Barometerſtande, das Gleichgewicht zu halten, ſo daß der ganze Wagebalken (der längere Arm ſammt dem kürzeren) wagerecht **) ruhet, ſo kann man eine alſo hergeſtellte Vorrichtung als Mittel: die Dichte der Luft zu meſſen, d. i.

ſowohl die Elaſticität des Caoutchouc als jene der in demſelben eingeſperrten und gepreßten Luft; welche leztere auſſerdem noch bei der Längendehnung von Auſſen eindringend in dem Federharz vermehrt und durch Adhäſion zu deſſen Theilen zuſammengezogen wird; ferner: zieht man einen Federharzriemen in Waſſer von 50° C. auseinander, ſo zieht er ſich wieder zuſammen, was in kaltem Waſſer nicht eintritt, und befeſtigt man an einem dergleichen Riemen ein kleines Gewicht, während man das andere Ende des Riemens an einer kleinen ſenkrechten Scale aufhängt, ſo verkürzt er ſich in der Wärme und verlängert ſich in der Kälte, gerade wie ein Seil das man näßt, und das naß kürzer und dicker, trocken länger und dünner wird; was hier das Waſſer wirkt, thut dort, ſprechen jene Phyſiker, die Wärme; aber das Caoutchouc verhält ſich hier ähnlich allen elaſtiſch-organiſchen Körper: es krümmen ſich die Theilchen in der Wärme und ſtrecken ſich in der Kälte, wie Papier, das man erhizt.

*) Alle Gaſe dehnen ſich durch gleich große Anwärmungen um gleichviel aus, und erhizt man ſie von 0° R. bis zu 80° R. (oder 100° C.) d. i. bis zu derjenigen Temperatur welche Waſſer hat, wenn es bei einem Barometerſtande von 28 Pariſer Zoll ſiedet, ſo beträgt die geſammte Ausdehnung 0,375 (375/1000), bei 60° R. (oder 75° C.) 3/4, bei 40° R. (oder 50° C.) 1/2, und bei 20° R. (oder 25° C.) 1/4 ſo viel. Hienach iſt ſie für jeden einzelnen Grad der hunderttheiligen Wärmeſcale (für jeden Grad C.) gleich 0,00375 oder 1/267 jenes Raumumfanges, welchen das Gas bei 0° C. (oder 0° R.) hatte. Je wärmer alſo die Luft iſt, um ſo dünner iſt ſie auch, und je kälter um ſo dichter; wie viel ſolche Verdünnung beträgt, läßt ſich dem ſo eben Bemerkten zufolge leicht berechnen, Falls die der Verdünnung zugehörige Lufttemperatur bekannt iſt.

**) In jedem wägbaren leiblichen Einzelndinge, mithin auch in jedem kleineren oder größeren körperlichen Ganzen, ſind die Anziehungen jedes Theilchens gegen einander gerichtet; jener Punkt, in welchem dieſe Richtungen zuſammentreffend ſich im Gleichgewichte halten, iſt der Schwerpunkt des Ganzen, und jedes wägbare Ganze wirkt über ſeine Grenze hinaus, durch jeden Punkt ſeiner Umfläche geradlinig hindurch gerade ſo, als ob die geſammte Anziehungsgewalt aller ſeiner Theilchen nur in dem Schwerpunkte vorhanden ſey; mithin: als ob ſtatt des Ganzen gegen die Umgebungen nur ein einziger Punkt wirke: mit einer Anziehungsgröße die der Maſſe des Ganzen gleichkommt (vergl. oben S. 8). Körper, die daher zu einem ſchweren Ganzen hingezogen werden, z. B. Körper die zur Erde fallen, bewegen ſich, Falls ſich dieſer kein Hinderniß entgegen ſezt, ſtets auf dem kürzeſten Wege, d. i. geradlinig in einer Richtung zu dem Körper, die in ihn hinein verlängert deſſen Schwerpunkt treffen würde. Ein Senkbley, das an einen Faden hängt, ſchwebt daher in der Fallrichtung zur Erde, und dieſe Richtung, die mit dem ruhigen Meeresſpiegel einen rechten Winkel macht, heißt darum eine ſenkrechte oder vertikale, jene Richtungen, Linien, Ebenen u. ſ. w. hingegen welche ſich zu der ſenkrechten verhalten wie der ruhige Meeresſpiegel werden wagrechte oder horizontale genannt.

als Manometer benutzen, man darf nämlich nur mittelſt eines Zirkels, z. B. auf weißem Papier (das auf ein paſſendes, unten mit einem Fuße verſehenes, und daher ſenkrecht ſtellbares Brettchen oder Täfelchen geklebt worden) einen Viertelkreis von einer Größe beſchrieben, wie ihn der längere Arm gewähren würde, wenn man ihn ſtatt des Zirkels zu gleichem Zwecke benuzt hätte, ſo daß dieſer Arm, wenn er ſich bei nacheinander ungleicher Belaſtung des kürzeren Arms mehr ſenkte oder höbe, mit ſeiner Spitze (d. i. mit ſeinem freien Ende, für dieſen Gebrauch genannt der Zeiger) den Viertelkreis nach und nach, Punkt um Punkt berühren würde. Man theilt nun den Viertelkreis in 90 mal 10, d. i. in 900 gleich weit von einander abſtehende Zehntelgrade, jeden derſelben durch einen Seitenſtrich andeutend, hängt jezt an das äußerſte Ende des kürzeren Arms einen verhältnißmäßig ſehr großen und ſehr leichten Körper, z. B. eine gläſerne Hohlkugel, oder einen an ſeinen Enden verſchloſſenen, ſehr weiten, länglichen Hohlcylinder, mit ſehr dünnen Glaswänden und wartet nun einen ſchönen Tag ab, um, mittelſt eines kleinen am längeren Arm befindlichen Laufgewichts, den Zeiger ſo richten zu können, daß er, ſammt dem kürzeren Arme der Schnellwage, genau horizontal ſchwebt; d. h. daß beide Arme im vollkommenen Gleichgewichte und mithin die Wage in Ruhe iſt, da man dann das Laufgewicht an ſeinem Orte ein für alle Mal befeſtigt. Hatte man zuvor die Viertelkreis-Theilung ſo geſtellt, daß die Zeigerſpitze jezt genau auf 45°, alſo auf die Mitte der Theilung hinweiſet, ſo wird jede ſpätere Verdichtung der Luft den Zeiger ſinken, jede Verdünnung ihn ſteigen machen, und der Zeiger ſelbſt wird dabei die jedesmalige Zu- oder Abnahme der Luftdichte nach Zehntelgraden meſſen. Trifft es ſich gerade, daß ſolcher Tag, an den man den Zeiger und Hohlkörper-Arm ins Gleichgewicht bringt, wenn auch nur einige Minuten lang, den mittleren Thermo- und Barometer-Stand des Beobachtungs-Ortes darbietet, ſo werden alle ſpäteren Meſſungen der Luftdichte (mittelſt dieſer Vorrichtung) genau angeben: wie weit ſich die jedesmalige Luftdichte von jener mittleren entfernt, welche die Luft darbietet, wenn ſie mittlere Barometer-Höhe und mittlere Fühlwärme erreicht hat, und beobachtet man neben dieſem Manometer zugleich das Thermometer und Barometer, ſo wird man ſogleich angeben können: ob die beobachtete größere oder geringere (über jene mittlere hinausgehende oder gegen dieſelbe zurückbleibende) Luftdichte, ihre Abweichung von der mittleren Luftdichte der Veränderung der Luftwärme, oder jener des Luftdruckes, oder beiden zugleich verdankt? Wieviel leztere hiebei zur Luftverdünnung beiträgt, läßt ſich berechnen, wenn man weiß um wieviel Gaſe (alſo auch um wieviel die Luft) und wieviel die Merkurſäule, ſammt dem Glaſe, ſowohl des Thermometers als des Barometers, durch die Wärme ausgedehnt werden. — Erfinder des Manometers oder Dichtigkeitsmeſſer iſt Otto v. Guericke;

wahrſcheinlich kam er bereits 1656 auf den dieſer Erfindung zum Grunde liegenden Gedanken; Verſuche mit der Vorrichtung ſelbſt wurden von ihm jedoch erſt nicht lange vor dem Schluſſe des Jahres 1661 angeſtellt. De Fouchy verbeſſerte es im Jahr 1779 und nannte es Daſymeter, und v. Gerſtner beſchrieb ein ähnliches Inſtrument (in ſ. Beob. auf Reiſen nach dem Rieſengebirge S. 288 und 298) unter dem Namen Luftwage. Leztere beſteht aus einem gleiche lange Arme beſitzenden Wagebalken, von denen der eine mit einem metallenen Laufgewicht, der andere mit einer verſchloſſenen Glasflaſche belaſtet, und wo ſowohl der Cubikinhalt des Laufgewichts wie jener der Flaſche zuvor genau (durch Beantwortung der Frage: wie viel Waſſer jeder dieſer Körper aus dem Raume treibt?) ermittelt worden iſt; es giebt dieſe Wage das jedesmalige Gewicht eines Cubikzolles jener Luftſchicht an, in welcher ſie aufgeſtellt worden. Eine weitere Verbeſſerung wurde derſelben dadurch zu Theil, daß man auf den Wagebalken ſelbſt den Abtheilungen ihre gehörige Laufgewichte beiſchrieb, ſo daß z. B. jede Abtheilung einer Veränderung des Gewichtes der durch die Flaſche aus der Stelle vertriebenen Kugel von 1/1000 Gran entſpricht. v. Guerickes Manometer war ebenfalls zum Wägen der Luft durch Gegengewicht eingerichtet, wurde jedoch auch mit einer Kreisbogen-Gradſcale verſehen, und konnte ſo in beiderlei Weiſe benuzt werden; das Hohlgefäß beſtand aus einer großen, 1 Fuß Durchmeſſer habenden kupfernen Hohlkugel. Boyle nannte es ſtatiſches Baroskop und Wolf (Nützliche Verſuche II. Cap. §. 44.) nicht weniger unpaſſend: Luftmeſſer. Varignon glaubte ein einfacheres Manometer zu erhalten, wenn er Luft in der zu einer gebogenen Glasröhre gehörigen Kugel durch Waſſer abſperre und auf dieſes Waſſer von der entgegengeſezten Seite her die Auſſenluft frei laſſe; Wolf verbeſſerte dieſes ebenſo unvollkommene, als unzuverläßige, nicht die Dichte der freien, ſondie der abgeſperrten — oder vielmehr die Ausdehnſamkeit der eingeſchloſſenen*) Luft meſſende Inſtrument, indem er das Waſſer in demſelben durch Merkur vertreten ließ, und erfand ſo ein ſogenanntes Manometer, das, da es zunächſt die Veränderungen der Elaſticität (Ausdehnſamkeit) einer eingeſchloſſenen Luftmaſſe

*) Daß das Manometer nur die Dichte derjenigen Luftſchicht mißt, in welcher es ſich befindet, und keines den Luftdruck der ganzen zu der Schicht gehörigen Luftſäule (deſſen Meſſung das Barometer gewährt) wußte der Erfinder deſſelben allerdings ſehr wohl, da jedoch die Dichte einer einzelnen der freien Luft angehörigen Schicht nicht verändert werden kann, ohne daß daran die über- und unter-lagernden übrigen Luftſchichten Theil nehmen, und da ſolche Theilnahme häufig mit den allgemeineren Luftbewegungen, mit den Winden, zuſammenhängt, dieſe aber mit dem Witterungswechſel in Entſtehungs-Beziehung ſtehen, ſo glaubten v. Guericke, Wolf u. m. ſpätere Phyſiker das Manometer auch als Wetterverkünder in Gebrauch nehmen zu können, wozu es ſich freilich nur in wenigen Fällen als geeignet zeigt, und in dieſen dem Barometer durchaus nachſteht.

beſtimmt, zweckgemäßer durch Elaterometer bezeichnet wird. Aehnliche Vorrichtungen haben auch W. Roy, de Sauſſure d. ä., Berthollet und Rettberg, ebenfalls unter der Benennung „Manometer“ beſchrieben; Gilberts Ann. XLII. 99 ff., und Adie's Sympiezometer (ein Gefäß, in welchem Stickgas durch Merkur oder durch Oel abgeſperrt worden, das durch ſeine Ausdehnung oder Einengung den geminderten oder vermehrten Luftdruck anzeigt; wo aber, wenn lezterer richtig beſtimmt werden ſoll, die Correction wegen der Ausdehnung des Gaſes durch die Wärme nicht übergangen werden darf). Dergleichen ſog. Manometer erſezt vollſtändig eine 1''' bis ½''' weite, gekrümmte Glasröhre, in der die darin enthaltene Luft durch Merkur geſperrt und durch eine Scale gemeſſen wird, die 100 gleich weit von einander fernende Theilungsſtriche enthält; vergl. Davy a. a. O. XVI. 105.

8) Indem man vorausſezt, daß die Wärme nach allen Richtungen die Körper ausdehnt: in dem Verhältniß, wie ſie in ihnen angehäuft wird, oder vielmehr: im Verhältniß ihrer Wirkungsſtärke und Innigkeit (Intenſität), ſo dienen ſolche Materien dazu die Wärme zu meſſen, bei denen jene Wirkſamkeit der Wärme ſich möglichſt gleichförmig äuſſert; d. h. bei denen gleichviel Wärmevermehrung auch gleichviel räumliche Ausdehnung zu Wege bringt. Vorrichtungen, welche die durch Mehrung oder Minderung der Wärme entſtandene, entſprechende Ausdehnung oder Zuſammendrängung (Einengung) und damit die fühlbare Wärme oder Kälte ſelbſt meſſen, ſind die Thermometer (Wärmemeſſer) oder Thermoskope und die Pyrometer (Hitz= oder Feuer=Meſſer), unter allen phyſikaliſchen Meßgeräthen diejenigen, welche zur richtigeren Erkenntniß und Würdigung der verſchiedenen Thätigkeitsformen der Natur und zur Auffindung ihrer Geſetze am meiſten beigetragen haben; wie ſie denn nicht nur noch jezt jedem Phyſiker und Chemiker, und faſt jedem der gewerbliche Anwendungen der Geſetze der Phyſik und Chemie betreibt, unentbehrlich ſind, ſondern auch, je weiter die Naturwiſſenſchaft fortſchreitet, um ſo mehr ſich bewähren: als die erſprießlichſten Begründer und Beförderer der geſammten Naturlehre. Der erſte Erfinder eines Wärmemeſſers ſcheint Galilei geweſen zu ſein, aber es iſt ſehr wahrſcheinlich daß bald darauf (in der erſten Hälfte des 17ten Jahrhunderts) Cornelius Drebbel, ein ſeiner Zeit — in Folge verſchiedener Erfindungen im Gebiete der Mechanik und der Optik — berühmter Landmann aus Alkmar in Nordholland, einen Gedanken verwirklichte, ähnlich jenem, welcher Galilei zur Erfindung ſeines Thermometers leitete. Dieſes, gegen Ende des 16ten Jahrhunderts von G. dargeſtellte Thermometer enthielt, als die durch ſeine Längendehnung die fühlbare Wärme meſſende Subſtanz, gefärbten Weingeiſt; jenes von D. erfundene hingegen Luft, welche durch Waſſer abgeſperrt worden, dem man, um es gegen

ſog. Fäulniß zu ſchützen, etwas Scheidewaſſer (d. i. gewäſſerte Salpeterſäure) zugeſezt hatte. G.'s Thermometer kam ſeiner Form nach, den noch gegenwärtig am häufigſten in Gebrauch genommenen gleich (eine ſenkrechte durchgängig gleich enge Glas-Röhre unten in eine Weingeiſt enthaltende hohle Glaskugel auslaufend, oben zugeſchmolzen und zur Seite mit einer Scale verſehen, die aus 50 Abſchnitten oder Graden beſtehend, ihren 0° Punkt bei — 15° R. hatte, und deren höchſter, 50ſter Grad gleich + 44° R. war*). D.'s Thermometer war ein ſogenanntes Luftthermometer; urſprünglich aus einer der Galilei'ſchen ähnlichen, aber oben offenen Glasröhre beſtehend, die man zur Hälfte mit dem geſäuerten Waſſer angefüllt, dann umgekehrt und mit dem offenen Röhrenende in ein mit Waſſer gefülltes Gefäß getaucht hatte, ſo daß nun, ſenkrecht geſtellt, die waſſerleere und dagegen luftvolle Kugel, ſammt einem Theil der (oben ebenfalls Luft, unten dagegen Waſſer enthaltenden) Röhre ſich oben, der Waſſer haltige und von demſelben umgebene Röhrentheil hingegen unten befand. Statt in der bemerkten Weiſe dieſes Thermometer zum Theil mit Waſſer zu füllen, erhizte Dalencé (Traité des baromètres, thermomètres et notiomètres. Amst. 1688. 8.), dem wir die Beſchreibung des Drebbel'ſchen Thermometers verdanken, die ungefüllte Röhre an ihrem Kugelende, kehrte ſie dann um und tauchte dabei das offene Röhrenende in das Gefäß mit Waſſer; die über dem Waſſer in der Röhre befindliche Luft zog ſich nun, in Folge eingetretener Abkühlung, zuſammen, drückte dadurch gegen das von ihr berührte Waſſer um ſo viel weniger, als dieſe ihre Raumverminderung betrug, und vermittelte ſo: daß das Waſſer (von der Auſſenluft in demſelben Verhältniß mehr gedrückt, als der Druck der Luft in der Röhre ſich vermindert hatte), in die Röhre, ſie zur Hälfte füllend, hinaufſtieg. Ein ganz ähnliches Verfahren wendet man noch jezt an, wenn es gilt ſehr enge, an einem Ende verſchloſſene Röhren (z. B. die gewöhnlichen Thermometerröhren) mit tropfbaren Flüſſigkeiten zu füllen. Erhizt man dann, nach ſolchem Aufgeſtiegenſein des erſten Antheils der tropfbaren Flüſſigkeit, die zuvor umgekehrte Röhre, bis dieſe Flüſſigkeit in der Röhre ſiedet, bringt ſie hierauf ſchnell wiederum in ihre vorige umgekehrte Stellung, während man das offene Röhrenende in zuvor ebenfalls bis nahe zum Sieden erhizte Flüſſigkeit derſelben Art taucht, und läßt ſie in dieſer Lage erkalten, ſo füllt ſich die ganze Röhre mit: durch Auskochen von Luft befreiter Flüſſigkeit, z. B. mit aus-

*) Bei Thermometergraden der Reaumur'ſchen oder De-Luc'ſchen achtzigtheiligen, der Celſius'ſchen oder ſchwediſchen oder franzöſiſchen, hunderttheiligen, oder Centeſimal-Scale, und der Fahrenheit'ſchen zweihundertundzwölftheiligen Scale unter Null, ſezt man das Minus-Zeichen (—) vor, bei Graden über Null, Falls es zweifelhaft ſein könnte: ob dergleichen Grade gemeint ſind, das Plus-Zeichen (+) vor der Zahl des Grades; in Fällen wo man hinſichtlich der Plus-Grade nicht zweifeln kann, und dazu gehören die meiſten thermometeriſchen Angaben, läßt man die +-Bezeichnung ganz weg.

geſottenem Merkur, und ein nochmaliges und leztes Erhitzen der hinreichend langen gefüllten Röhre, wiederum bis zum Sieden, und darauf ſogleich, unmittelbar nach der Entfernung des Feuers, bewirktes Zuſchmelzen des offenen Endes, gewährt mit tropfbarer Flüſſigkeit theilweiſe gefüllte, zugeſchmolzene (oder wie man auch wohl, aus alchemiſtiſchen Zeiten her, zu ſagen pflegt: hermetiſch verſchloſſene*) Röhren, welche, nach dem Erkalten, über der tropfbaren Flüſſigkeit einen luftleeren Raum einſchließen, der, Falls leztere aus laufendem Merkur beſtand, hinſichtlich ſeines Gehaltes an ſehr verdünntem und darum unmerklich elaſtiſchem Merkurdampf (d. i. Merkurdampf von faſt unmerkbarer Spannung) der Torricelli'ſchen Leere (oben S. 34) ähnelt, und deshalb der dem laufenden Merkur (durch Anwärmen der Kugel oder der ganzen Röhre) ertheilten Ausdehnung kein Hinderniß entgegen ſezt. Alſo gefüllte Thermometerröhren heißen ausgekochte. Noch jezt wendet man Weingeiſtthermometer auch zu wiſſenſchaftlichen Zwecken in Fällen an, in welchen die zu meſſende Kälte ſo groß (die Wärme ſo wenig intenſiv) iſt, daß das Merkur eines Merkurthermometers gefrieren würde. Die Temperatur, bei welcher dieſes ſtatt hat, iſt, nach Hutchins, gleich — 39°, 44 C. (oder — 31, 552° R. Man kann daher Temperaturen tiefer als 39½ Grad unter 0° C. nicht mehr mittelſt eines Merkurthermometers meſſen, wohl aber mit Hülfe eines Weingeiſtthermometers, da, Tralles zufolge, reiner Weingeiſt, oder ſog. abſoluter Alkohol, ſich von + 30° R. (= 37°, 5 C.) bis zu — 20° R. (= — 25° C.) ſehr gleichformig zuſammenzieht, und da auch bis — 32° R. (= — 40° C.) deſſen Zuſammenziehung noch ziemlich gleichförmig erfolgt. — Mehr oder weniger gewäſſerter, und durch fremdartige Subſtanzen gefärbter Weingeiſt zieht ſich dagegen bei zunehmender Kälte eben ſo wenig gleichförmig zuſammen, als er ſich bei wachſender Wärme gleichförmig ausdehnt. Ueber 40° C. hinauf erfolgt die Ausdehnung des Weingeiſts um ſo mehr ungleichförmig, je mehr er ſich ſeinem Siedepunkt

*) Der Sage nach herrſchte 2000 Jahre vor Chriſtus in Aegypten: Hermes, auch genannt „Merkur Trismegiſt", den die Alchemiker als den Vater der vorgeblichen Kunſt: mittelſt eines angeblichen Stoffes durchaus eigener Art, des ſogenannten Steins der Weiſen, oder des „Univerſale" unedle Metalle in Gold zu verwandeln, die Menſchen zu verjüngen und ſo das Leben der Menſchen zu verlängern, d. i. der Alchemie verehren, der Gold neben andern Materien, zumal neben unedlen Metallen aufgeſchloſſen, d. h. in einen Zuſtand ähnlich dem keimenden Pflanzenſaamen verſezt und ſo daſſelbe auf Koſten der beigegebenen unedlen Metalle vermehrt und dazu feuerfeſte Gefäße benuzt haben ſoll, die er durch Zuſchmelzen (hermetiſch Verſiegeln) luftdicht ſchloß. Dieſer Wahn, und was damit zuſammenhängt, hat zwar viele Goldköche (Alchemiker) arm gemacht und an den Bettelſtab gebracht — aber die erſten Thatſachen der Chemie verdanken wir ihm, und ohne Alchemie hätten wir keine Chemie. Siehe m. Einleitung in die neuere Chemie, die dort S. 523—696 befindliche tabellariſche Darſtellung der Geſchichte der Chemie (fortlaufend verglichen mit den Hauptthatſachen der Geſchichte der Menſchheit; von 1996 vor Chr. Geb. bis zum Jahr 1814 nach Chr. Geb.).

nähert, der bei 28 Zoll Barometerhöhe bei 78°, 41 C. liegt. Solchen mit den höheren Temperaturen wachſenden Zunahmen ungleichförmiger Ausdehnungen (durch gleichgroße Vermehrungen ihrer Anwärmung) unterliegen aber alle tropfbare Flüſſigkeiten, weil ſie mit der geſteigerten Hitze Dämpfe bilden, deren Spannung wächſt, und die daher mehr und mehr gegen den nicht in Dampf verwandelten Theil der Flüſſigkeit drücken und dieſen zuſammenpreſſen, und: weil je heißer die tropfbaren Flüſſigkeiten ſelbſt werden, um ſo größer auch ihr Vermögen wird: der ihnen neu ertheilten Wärme entgegenzuwirken und dieſelbe als Ausdehnung erzeugende Naturgewalt zu begränzen*).

9) Etwas der Art begegnet dagegen, unter gleichen Umſtänden, der Luft nicht, denn dieſe bleibt nicht nur in den höchſten Hitze- wie in den tiefſten Kälte-Graden dem Zuſtande**), ſondern auch dem Weſen nach (alſo auch in Beziehung auf Wärmebindungs-Vermögen) unverändert, und jeder Wärmezuſatz von gleicher Größe, mag er zu den tiefſten Kälte- oder zu den höchſten Hitzgraden gehören, dehnt ſie um gleichviel aus; ſ. oben Anm. * zu S. 46. Luftthermometer ſind daher die einzigen Vorrichtungen, durch welche die fühlbare Wärme der ſie berührenden Materien unbedingt gemeſſen wird. Allein wie einfach es in dieſer Hinſicht auch ſcheinen mag: mittelſt guter Luftthermometer die Wärmungsgröße der Materien zu beſtimmen, ſo ſetzen ſich ſolchen Beſtimmungen dennoch Schwierigkeiten entgegen, die bis auf einen gewiſſen Punkt getrieben faſt unüberwindbar erſcheinen, und jedenfalls für jede Meſſung der Art mehr oder weniger große Ergebniß-Berichtigungen (Correctionen) nöthig machen. Denn wiewohl jenes Haupthinderniß ihres richtigen und zweckmäßigen Gebrauches, welches die älteren Inſtrumente der Art darboten: die Mitwirkſamkeit des Drucks der äußeren Luft, in den neueren nahe, und für ein und daſſelbe Luftthermometer auf nicht zu lange Zeiten gänzlich beſeitigt erſcheint***), ſo kämpft doch,

*) Oder, wie die Schule ſich ausdrückt: um ſo größer auch ihr Vermögen wird: Wärme zu binden; d. h. unfühlbar zu machen.

**) Unter Zuſtand, den Ausdruck vorzugsweiſe auf die Art beziehend in der die Materie den Raum erfüllt, verſteht man in der Naturlehre die jeweilige (der Abänderung fähige) Beſchaffenheit der Art wie die Materie ſich in ihrem Raume behauptet, indem ſie entweder flüſſig oder ſtarr (feſt) und im erſteren Falle entweder ausdehnſam (gaſig; oben S. 7) oder durch gegenſeitiges Zuſammenziehen ihrer Theilchen tropfbar, in lezterem entweder weich (ausweichend) oder hart (unverſchiebbar) erſcheint; ſ. m. Grundzüge der Phyſik und Chem. I. 44; II. 297 u. w. unten.

***) In ſo fern die tropfbare die Luft abſperrende Flüſſigkeit, in neueren Vorrichtungen der Art in dem längeren Schenkel nicht eine mit der äußeren freien Luft zuſammenhängende Luftſäule, ſondern eine Torricelli'ſche Leere über ſich hat. Ein dergleichen verbeſſertes Luftthermometer gewährt jedes gute Barometer, wenn man die Mündung des kürzeren Schenkels zuſchmilzt und den längeren Schenkel aus einer ſehr langen, mithin eine ſehr lange Torricelli'ſche Leere darbietenden Glasröhre beſtehen läßt; nach und nach wird jedoch von der eingeſchloſſenen, vom Merkur des

auch in den neuerlich möglichſt verbeſſerten, die genaue Beſtimmung der fühlbaren Wärme mittelſt derſelben hauptſächlich mit folgenden Hinderniſſen: 1) Die Veränderlichkeit des Drucks der äuſſeren Luft, wie er gerichtet erſcheint in Luftthermometern der älteren Art. Man beſeitigt dieſen Uebelſtand entweder dadurch daß man dem Luftthermometer die unten (in der Anm.) erwähnte Einrichtung eines Barometers mit zugeſchmolzenem kürzeren Schenkel giebt, oder minder koſtſpielig dadurch, daß man die Luft in der Kugel des kürzeren Schenkels ſo ſtark ausdehnt, daß ſie nur eine Merkurſäule von beiläufig 8 Zoll Höhe trägt, und dann die Oeffnung des längeren Schenkels über dem Merkur zuſchmilzt, ſo daß dieſer, vor dem Erkalten nur mit Merkurdampf erfüllt, jezt, nach dem Zuſchmelzen und Erkalten, ebenfalls eine Torricelli'ſche Leere darſtellt; indeſſen muß bei dieſer Einrichtung die abgeſperrte ſtark verdünnte Luft bei ihrer Ausdehnung durch Erwärmen nicht nur das Gewicht der Merkurſäule ſondern auch deren Adhäſion (Reibung) zum Glaſe überwältigen, was ihre Wirkſamkeit ſtets mehr oder weniger beſchränkt. Beſtand das Luftthermometer hingegen aus einem zugeſchmolzenen Barometer, ſo kann die Luft, da ſie dichter iſt als die der ſo eben beſchriebenen Einrichtung, die Reibung eher überwältigen, hat dagegen aber auch eine größere Merkurſäule zu tragen und erleidet durch ein zweites Hinderniß eine größere Beſchränkung ihrer Brauchbarkeit, als jene mit einer nur 8zölligen Merkurſäule. Dieſes zweite Hinderniß bewirkt die Merkurmaſſe als entwärmende und je größer ſie iſt, um ſo langſamer die Wärme in ſich hindurch verbreitende Subſtanz; je größer ſie aber iſt, um ſo mehr Wärme entzieht ſie ſofort der angewärmten Luft, dadurch ſelber der Verdünnung und damit eintretenden Ausdehnung unterliegend. Aus dieſem Grunde pflegt man ſich in neueren Zeiten zu Luftthermometern auch nur eines Tropfens Merkur zum Abſperren der Luft zu bedienen, ſo daß Belaſtung der Luft durch die Abſperrungsflüſſigkeit, Reibung und Entwärmung nahe zu verſchwindenden

längeren Schenkels geſperrten Luft, längs der inneren Glaswände des das Merkur einſchließenden Röhrentheils, ein Theil hinaufgezogen in die Leere, ſo daß dieſe durch ſolche, obgleich ſehr verdünnte, hinaufgedrungene Luft gegen das Merkur, und dadurch gegen die eingeſperrte Luft des kürzeren Schenkels, einen nicht füglich meßbaren und darum auch nicht berechnungsfähigen Gegendruck ausübt, der es unmöglich macht zu beſtimmen: um wie viel die Luftſäule des kürzeren Schenkels lediglich durch die Anwärmung ausgedehnt oder durch die Abkühlung zuſammengezogen worden iſt. Oeffnet man die obere Wölbung des die Torricelli'ſche Leere einſchließenden längeren Schenkels, ſo hat man ein Luftthermometer der älteren Einrichtung, in welcher die verſchiebbare tropfbare Flüſſigkeit (hier das Merkur) von beiden Schenkeln Luft in ſich ſchloß; in dem längeren freie, in dem kürzeren, meiſt zur Kugel aufgeblaſenen, abgeſperrte. Eine dieſer lezteren (der älteren) Vorrichtung ähnliche Einrichtung hat auch die Mariotti'ſche Röhre, nur daß die Röhre des längeren Schenkels oben weiter ausgemündet iſt, ſo daß man bequem mehr Merkur nachtragen und den Zweck dieſer Einrichtung: die Meſſung der Spannkraft der abgeſperrten Luft (oder des abgeſperrten Gaſes) des kürzeren Schenkels durch beſtimmte Erhöhung der drückenden Merkurſäule bequem erreichen kann; vergl. m. Grundzüge I. 114.

Größen werden. Giebt man dann dem kürzeren Schenkel die Form eines recht flachgedrückten, nicht zu dickwandigen, in der Mitte einer Hohllinſe ähnlich eingedrückten Gefäßes, in deſſen Vertiefung man z. B. Flüſſigkeiten bringen kann deren Temperaturänderung man erfahren und einigermaßen mit Sicherheit ſchätzen will, ſo kann man ein dergleichen Inſtrument allerdings mit Nutzen anwenden, um überhaupt zu erfahren ob Wärme frei oder gebunden wird. Zweckmäßig iſt es in dieſem Falle nur den kürzeren Schenkel ſenkrecht anſteigen zu laſſen, ſo daß er oben das Luftgefäß in Form eines flachgedrückten gläſernen Hohltellerchens trägt, während der längere Schenkel, mit dem kürzeren einen rechten Winkel einſchließend, horizontal läuft. Gemeinſchaftlich iſt jedoch allen Luftthermometern und den gewöhnlichen Merkur- oder Weingeiſt enthaltenden Wärmemeſſern jene Abänderung, der von ihnen angezeigten Temperatur-Angaben, welche ſie erleiden: weil auch das Glas (der Flüſſigkeits-Behälter) der Ausdehnung durch die Wärme unterworfen iſt. Nach Lavoiſier und Laplace dehnt ſich das Glas von 0° bis zu 100° C. (von Grad zu Grad nahe gleichförmig) um 0,00089694 aus. Bei gewöhnlichen Merkur- oder Weingeiſt-Thermometern iſt indeſſen dieſe Berichtigung darum unnöthig, weil der Einfluß derſelben ſchon bei der Fertigung der Scale beſeitigt worden*). Ueber das Geſchichtliche der verſchiedenen Thermometerſcalen vergl. m. Meteorologie a. a. O. u. m. Grundz. II. 290. Reaumur beachtete zuerſt die Unveränderlichkeit der Temperatur des ſchmelzenden Eiſes und des ſiedenden Waſſers (leztere bei einerlei Barometerſtand) und führte ſo die beiden Hauptpunkte der jezt am meiſten

*) Eine Merkurſäule wie ſie das Barometer darbietet, dehnt ſich, den Verſuchen von Dulong und Petit zufolge, für jeden Grad der Reaumur'ſchen Scale, oder für jede 5/4 Grad der Centeſimalſcale, und eben ſo für jede 2¼ Grad der Fahrenheit'ſchen Scale, um 1/4440 jener Länge aus, welche ſie bei Froſtkälte (Kälte bei der Waſſer friert, oder Eis ſchmilzt; denn dieſe Temperatur iſt beim Frieren des Waſſers dieſelbe wie bei'm Schmelzen des Eiſes) d. i. bei 0° R., oder 0° C., oder 32° F. hatte; nach Gay-Luſſac hingegen um 1/4329,6 derſelben. Da nun das Merkur ſich bis zum Siedepunkt des Waſſers (d. i. bis zu 80° R. oder 100° C., oder 212° F.) nahe gleichförmig, oder vielmehr ſo wenig ungleichförmig (mit den höheren Wärmegraden etwas mehr wachſend) ausdehnt, daß man jene Verlängerung, welche die Merkurſäule im Thermometer durch gleich viel Wärme-Zuſatz erleidet für gleich groß in Rechnung nehmen darf, ſo kann man mittelſt des Cirkels leicht erfahren, ob ein Thermometer vor der Eintheilung der Scale gehörig calibrirt worden oder nicht, d. h. ob deſſen Röhre in allen ihren Längentheilen gleich weit iſt? In dieſem Falle muß ſein Merkur durch jeden weiteren gleich großen Zuſatz von Wärme ſich um gleich viel verlängern, und zwar bei jedem Grad R. um 1/4440 jener Länge, die es bei Eisſchmelzkälte hatte. Ja es läßt ſich mittelſt dieſer Beſtimmung ſogar der zweite Hauptpunkt der Scale des Thermometers, der Siedepunkt deſſelben, d. i. der Punkt, den die erwärmte Merkurſäule erreicht, wenn es die Temperatur des bei einem Barometerſtande von 28 Zoll ſiedenden Waſſers hat, im Voraus angeben, was um ſo mehr Werth hat, als gerade dieſer Punkt der Scale am ſchwierigſten genau anzugeben iſt; ſiehe jedoch weiter unten S. 60 und 61, und vergl. m. Handb. der Meteorologie II. 2te Abth. S. 98, 100, 108, 126, 162 ff.

gebräuchlichen Scalen ein, indem er aber Weingeiſt als Wärme-meſſende Flüſſigkeit wählte, gerieth er ſo in den oben S. 51 und 52 gerügten Fehler; de Luc verbeſſerte R.'s Thermometer weſentlich durch Benutzung des Merkur, ſtatt des Weingeiſtes, als Wärme-Meſſer, behielt aber R.'s Scale bei, wo der Punkt des ſchmelzenden Eiſes bei 0° und der des ſiedenden Waſſers bei 80° liegt; Einige bezeichnen daher auch die Grade dieſer Scale ſtatt durch ein den Zahlen anzuhängendes R. durch ein angehängtes L. — Fahrenheit, weiland Wettergläſer-Verfertiger in Danzig, nahm die Winterkälte des Jahres 1709 zur Beſtimmung des 0° Punktes der Thermometerſcale, und brachte dieſe Kälte ſpäterhin auch durch Vermiſchen von Salmiak und Schnee hervor; von hier bis zum Siedepunkte zählte er 212 Grade, bei deren 32ten das Eis ſchmilzt. Schon 10 Jahre darauf fertigte F. Merkurthermometer. Celſius, ein ſchwediſcher Phyſiker des vorigen Jahrhunderts, theilt den Abſtand vom Eisſchmelzpunkte bis zum Siedepunkt in 100 gleiche Längentheile, und De l'Isle, der dafür hielt: es ſey am zweckmäßigſten nur einen feſten Punkt anzunehmen und dazu den Siedepunkt des Waſſers wählte, bezeichnete dieſen mit 0° und den des ſchmelzenden Eiſes, von Einigen auch Aufthaupunkt genannt, mit 150: weil, ſeinen Meſſungen zufolge, das Merkur bis zur Kälte des ſchmelzenden Eiſes abgekühlt, ſich um 0,0150 ſeines Umfanges zuſammenzog. Lalande wollte 0° bei 9°,5 R. und 132°,8 als zweiten äußerſten Punkt bei 80° geſezt wiſſen. Nachſtehende Ueberſicht gewährt eine Vergleichung der erſteren 3 jezt faſt nur noch allein im Gebrauch ſeienden Scalen:

°C.	−25	−20	−17,78	−17,22	−15	−12,22	−10	−5	0
°R.	−20	−16	−14,22	−13,78	−12	−9,78	−8	−4	0
°F.	−13	−4	0	+1	+5	+10	+14	+23	32

°C.	+1	5	10	15	20	25	30	35	40	45
°R.	+0,8	4	8	12	16	20	24	28	32	36
°F.	+33,8	41	50	59	68	77	86	95	104	113

°C.	+50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
°R.	+40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80
°F.	+122	131	140	149	158	167	176	185	194	203	212

Der Scalen-Zwiſchenraum, zwiſchen dem Frier- (Eisſchmelz-) und Siedepunkt, heißt der Fundamental-Abſtand der Scale.

10) Tropfbare Flüſſigkeiten, welche zum Sieden (Kochen) gebracht werden ſollen, erfordern dazu, alles Uebrige gleich geſezt, um ſo mehr Wärme: je mehr die Luft auf ihrer Oberfläche laſtet, oder je größer der Druck iſt, dem ſie unterworfen erſcheinen, gleichviel, ob dieſen Druck nur die Luft ausübt, was der Fall iſt, wenn ſie in offenen Gefäßen erhizt werden, oder ob Luft und Dampf der Flüſſigkeit ſelbſt, oder ob nur lezterer denſelben bewirken, was nur beim Erhitzen in verſchloſſenen Gefäßen möglich iſt. Auch iſt die

Höhe der tropfbaren Flüſſigkeit ſelbſt dabei nicht ohne allen Einfluß, da mit der Zunahme der ſenkrechten Höhe tropfbarer Flüſſigkeiten auch ihr eigener nach unten gerichteter Druck wächſt, und mithin auch die Verſchiebbarkeit ihrer Theilchen gemindert und damit jenes Hinderniß vermehrt wird, welches dem Aufſchnellen der erhizten, und hiedurch mehr ausgedehnten (verdünnten; ſ. oben S. 49) Theilchen von Seiten der noch nicht, oder noch nicht in ſolchem Grade erhizten oberen ſich entgegenſezt, und auf ſolchem Wege die Verbreitung der Wärme in der geſammten Flüſſigkeit verlangſamt*). Indeſſen mindert ſich dieſes Hinderniß für gewöhnliche Fälle dadurch bis zum Faſt-Unmerkbaren, daß je mehr die oberen nicht erhizten Schichten auf der unterſten erhizten laſten, dieſe lez-

*) Jede Flüſſigkeit die man in Gefäßen erhizt, und tropfbare vermag man nur in dieſer Weiſe zu erhitzen, empfängt die Wärme hauptſächlich durch ſogenannte *Mittheilung* und verbreitet ſie auf gleiche Weiſe. Werden dabei, wie ſolches beim Sieden gewöhnlich, ihre unterſten Schichten zuerſt erhizt, ſo ſchnellen dieſe ſofort in den oberen empor, ſie anwärmend und ſich in ihnen verbreitend, bis die gegenſeitigen Druckgewalten und Wärmeſpannungen im Gleichgewichte ſtehen. Dieſes iſt nur möglich, wenn die Flüſſigkeit auf ſolchem Wege ſelbſt bereits ſo ſtark erhizt worden, daß ihre durch Mittheilung erreichte Fühlwärme ſich jener gleich zeigt, welche dem nun innerhalb der Flüſſigkeit keiner weiteren Verſchluckung unterliegendem Dampfe zukommt, in den jezt zunächſt die unterſte zuerſt erhizte Schicht übergeht, ſo ferne man den Gefäßboden zu erhitzen fortfährt. Die ſich nun fortdauernd bildenden Dampfſäulen ſchieben nicht nur den mit ihnen gleiche Temperatur beſitzenden Antheil der annoch tropfbaren Flüſſigkeit auseinander, ſondern zerreißen damit auch die oberſte Schicht, und ſchnellen dann, die auflaſtende Luft zu den Seiten treibend, in dieſe empor. Dieſes Zerreißen der Oberfläche der tropfbaren Flüſſigkeit iſt es hauptſächlich, was das *Geräuſch des Siedens* bewirkt, während das anfängliche Auseinandertreiben der unteren Schichten, ſo lange es noch faſt gar nicht vom Zerreißen der oberſten Schicht begleitet erſcheint, ein von dem Sieden ſehr verſchiedenes eigenthümliches, mehr wogendes und nicht knitterndes oder praſſelndes Geräuſch bewirkt, das ich, um es vom Sieden zu unterſcheiden, durch *Wallen* bezeichne, und das man am beſten wahrnimmt, wenn man Waſſer in metallenen verdeckten (aber nicht verſchloſſenen) Gefäſſen zum Sieden bringt, zumal, wenn dergleichen Gefäße auf eiſernen Platten ſtehend erhizt werden. In Glasröhren geſchmolzener *Kampfer* wallt, wenn er erhizt, ſehr ſtark ohne merkliche Dampfentbindung, die erſt bei beträchtlich höherer Temperatur eintritt. Die *oberſte Schicht* jeder tropfbaren Flüſſigkeit iſt die in allen ihren Theilchen am meiſten *zuſammengedrängte*. Indem ſie nämlich nur von unten her, aber nicht von oben (wenigſtens wenn Luft über ſie lagert, von dieſer kaum merklich und jedenfalls 775 bis 800 mal ſchwächer als von der ihr nächſt unteren tropfbaren Schicht) Punkt für Punkt angezogen wird, erfolgt für ſie, aus dieſem einſeitigen Zuge, *Zuſammenziehung*, und jeder Dampf der durch ſeine Dehnung in der Flüſſigkeit empor und ſie zu durchbrechen getrieben wird, muß mit ſeiner Spannkraft die Macht dieſer Zuſammenziehung überwältigen, und ebenſo auch jeder Körper mit welchem man die tropfbare Flüſſigkeit belaſtet, wenn er in dieſelbe untertauchen und hinabſinken ſoll. Beſizt daher ſolch ein Körper auch wirklich ein weit größeres Eigengewicht als die Flüſſigkeit, dagegen aber nur ein geringes abſolutes Gewicht (oben S. 45) ſo taucht er wohl in die Flüſſigkeit etwas ein (ſenkt ſich um etwas in dieſelbe) aber nicht in ihr unter, ſondern ſchwimmt auf ihr; wie denn z. B. Blattplatin, Blattgold, feine Stahlnadeln u. ſ. w. von ruhigem Waſſer getragen werden, ohne darin unterzuſinken; ſ. m. Grundzüge II. 145, 156 ff. und 160.

tere auch um ſo ſchneller emporgeſchoben wird; vergl. a. a. O. *). In welchem Maaße aber das **Mehr des Luftdruckes** das **Sieden** erſchwert, zeigt nachſtehende Zahlentafel, in der die obere Zeile die Reihe der **Barometerſtände** und die untere jene der zugehörigen **Siedepunkte** des reinſten **Waſſers**, das in inwendig glatten Gefäßen (z. B. in gut glaſurten, keine Glaſurriſſe darbietenden Thongefäßen) erhizt worden anzeigt; denn die Beſchaffenheit des Gefäßes, worin man tropfbare Flüſſigkeiten zum Sieden bringt, iſt auf den Siedepunkt nicht ohne Einfluß **). Es ſiedet Waſſer bei

Barom.	29 Zoll	28,5 Z.	28 Z.	27,5 Z.	27 Z.	26,5 Z.	26 Z.
°C. Therm.	100,816	100,408	100	99,592	99,183	98,775	98,366.

Im Hoſpiz auf dem St. **Bernhard** (7668 pariſ. Fuß über der Meeresfläche) ſiedet das Waſſer ſchon bei 92°,25 C. und Rindfleiſch läßt ſich, weil dieſes zum Erweichen wenigſtens 98°,5 C. fordert, darin nicht weich kochen, (Falls es mit dem Waſſer nicht in verſchloſſenen Gefäßen erhizt wird). Auf dem **Montblanc** (ſ. oben S. 33 ff.) ſiedet es ſchon bei 86°,5 C., auf dem **Pic** von **Teneriffa** bei 88°,7 C. 90 ꝛc. **Fahrenheit**, **Cavallo**, **Achard**, **deLuc**, ſpäterhin **Wol-**

*) Hängt man in ein Glas mit 12° C. warmem Waſſer zwei übereinſtimmende Thermometer ſo übereinander, daß die Kugel des einen nahe dem Boden weilt, während die des anderen in die nächſt obere Waſſerſchicht taucht und feuchtet dann den oberen Rand des Glaſes mit etwas Aether oder Alkohol, um ſo die dem Rande nächſte Waſſerſchicht (durch Verdampfen des Aethers) möglichſt abzukühlen, ſo zeigen die Aenderungen der Thermometerſtände ſehr bald dieſes Abkühlen und das Sinken der abgekühlten Waſſerſchicht in der Waſſermaſſe, ſo wie das Aufſchwellen der unteren, wärmeren Schichten an. Auf ähnliche Weiſe ſichert die Natur das **Meer** gegen **Einfrieren**; indem, wie weiter unten (Bem. 11. S. 60 ff.) gezeigt wird, das bis zu einem gewiſſen Punkt erkaltete Waſſer, weil es dann ſeine größte Dichte erlangt hat, in das wärmere untere Waſſer hinabſinkt, und dieſes dagegen emporſteigt; m. Experimentalphyſik und Grundz. a. a. O. Wie man dieſe Bewegung der Waſſerſäulen **ſichtbar** machen könne? A. a. O.

) In engmündigen Gefäßen, z. B. in Glaskolben mit ſehr enger Mündung (wo die Adhäſion des Glaſes zur oberſten Flüſſigkeitsſchicht deren Verſchiebbarkeit beträchtlich mindert und mithin dieſe oberſte Schicht gleichſam in eine Art Haut verwandelt) laſſen ſich Flüſſigkeiten weit über ihren Siedepunkt erhitzen. Harte kleine Körperchen (z. B. Eiſenfeilſtaub) auf den Boden eines Siedgefäßes geſtreuet erleichtert das Aufſteigen der Dämpfe und macht dadurch den Siedepunkt ſo tief ſinken, als er es nur irgend dem Luftdrucke gemäß vermag. Aehnlich wirken Glasröhren, Löffel u. ſ. w. und auch die Riſſe in der Glaſur der gewöhnlichen Häfen (Töpfe), und Aehnliches zeigt ſich auch beim Entwickeln von **Lüften aus Flüſſigkeiten. Senkt man z. B. in Brauſeflüſſigkeiten, die zu Brauſen aufgehört haben, einen Löffel, dünnen Glasſtab oder dergleichen, ſo ſieht man an ihnen ſogleich eine Menge neuer Luftblaſen aufſteigen. Theil hieran ſcheint die Zuſammenziehung (Verdichtung) der tropfbaren Flüſſigkeiten zu haben, welche dieſe durch in ſie geſenkte ſtarre Körper erleiden, und wodurch die von ihr verſchluckten Gaſe gleichſam ausgepreßt werden. Nach **Gay-Luſſac** ſiedet Waſſer in metallenen Gefäßen um 1°,5 C. niedriger, als in gläſernen und **Muncke** zufolge ſezte Sand den Siedepunkt des Waſſers um einige Zehntheile eines R.'ſchen Grades herab. Auch fand ſich die Hitze der Flüſſigkeit nahe dem Boden größer, als in einer höheren Schicht; vergl. m. Experimentalphyſ. II. 660 ff. wo man mehrere hieher gehörige Fälle zuſammengeſtellt findet.

laſton u. A. ſchlugen daher das Beſtimmen des Siedepunktes der Oerter, (mit Hülfe eines ſehr empfindlichen, noch 0,001 eines C.-Grades anzeigenden Thermometers) als Mittel zum Höhemeſſen vor; indeſſen ſetzen ſich ſolchem thermometriſchen Höhenmeſſen (m. Meteorolog. II. 2. S. 98) ſo viele Schwierigkeiten entgegen, daß es bis dahin faſt nur bei dem Vorſchlage geblieben und dieſer zur Zeit nicht in den wirklichen Gebrauch genommen worden iſt. Je dichter und je zäher die Flüſſigkeit iſt, um ſo höher liegt ihr Siedepunkt. Aus dieſem Grunde kann man die Beſtimmung des Siedepunktes verſchiedener, hinſichtlich ihrer Dichte bekannter Flüſſigkeiten, bei gleichem Luftdrucke als Mittel benützen ihre Zähigkeit (oder Cohärenz) zu meſſen. Fleiſchbrühe iſt zäher und Falls ſie geſalzen iſt, auch mehr oder weniger dichter als reines Waſſer, und ſiedet daher bei Temperaturen, welche nicht ſelten jene von 100 ° C. beträchtlich überbieten, und je mehr man dem Waſſer Salz zuſezt, in welchem man Fleiſch, ꝛc. durch Kochen erweichen (gar ſieden) will, um ſo höher iſt die Temperatur, die ſolch Waſſer annimmt, bevor es ſiedet. Weingeiſt ſiedet leichter als Waſſer, dieſes leichter als fettes Oel (wiewohl lezteres und eben ſo geſchmolzenes Harz eigentlich gar nicht ſiedet, ſondern durch Gaſe in Praſſeln geräth die durch beginnende Zerſetzung aus ihm entwickelt werden). Flüſſigkeiten, welche erhizt ſich mit einer Haut überziehen, z. B. Milch, nehmen eine höhere Temperatur an, als ſie ihrer Dichte und ihrer Zähigkeit nach ſollten; weil dieſe Haut die Dämpfe zurückhält und von ihnen erſt durchbrochen werden muß, bevor es zum Wallen kommt.

11) Welchen Einfluß, beim Gebrauche des Thermometers, möglicherweiſe die ungleiche ſtarke Wärme-Empfänglichkeit (Leitung) und Wärme-Ausdehnung ſeiner Theile, hauptſächlich ſeines Glaſes und ſeines Merkurs oder Weingeiſts auszuüben vermag, und wie nöthig es daher iſt, ſich beim Beobachten wechſelnder Temperaturen mittelſt des Thermometers nicht zu übereilen, lehrt folgender Verſuch Muſchenbroek's: Man tauche ein mit einer großen Kugel verſehenes Merkurthermometer raſch in heißes oder in kaltes Waſſer; im erſteren Falle wird, (weil die Glashülle ſo fort ſich ausdehnt, und die Kugel mithin weiter wird) das Merkur ſo fort ſinken, im lezteren hingegen, (weil die Kälte die Glashülle verengt) ſteigen. — Vor längerer Zeit fand Gourdon, daß ſämmtliche vor mehreren Jahren gefertigte Thermometer ihren wahren Eispunkt über dem 0 ° C. ihrer Scale haben, Piktet, und vor einigen Jahren Bellani, Flaugergues, v. Yelin u. A. (ſ. m. Archiv für die geſammte Naturlehre III. 109) beſtätigten dieſe Beobachtung, und Flaugergues erklärte ſie aus der Einſeitigkeit des gegen die elaſtiſche Glasmaſſe der Thermometerkugel oder des Thermometer-Cylinders gerichteten Luftdruckes, eine Erklärung, der auch Verſuche von

Kämtz, Marret und de la Rive das Wort redeten*), der man jedoch entgegenſezte, (zumal, da van Moll an vielen alten, von ihm in dieſer Hinſicht geprüften Thermometern nichts der Art vorfand): daß einſeitiger Luftdruck ſolch Hinaufdrücken des Merkur wohl bewirken könne, wenn man die Thermometer erſt nach der Verfertigung der Scale luftleer mache, nicht aber, wie es immer geſchieht, wenn man ſie vorher entlüfte; denn in dieſem Falle ſey die Hinaufſchiebung des Merkur durch den gegen die Kugel gerichteten einſeitigen Luftdruck ſchon beendet, bevor man die feſten Punkte der Scale entwerfe, und ein nach dieſem fortgeſeztes Hinaufdrücken ſey darum nicht denkbar, weil das endlich zur Zerſchmetterung der Kugel führen müßte. Indeſſen kommt hiebei unſtreitig ſehr viel auf die Beſchaffenheit des Glaſes und die Dicke der Kugelwände an, und es iſt im Gegentheil ſehr wohl denkbar, daß, obgleich die Kugel andauernd einſeitiger Zuſammendrückung unterlegen, dennoch ein Punkt kommen müſſe, in welchem der Gegendruck des ihre Innenfläche überall berührenden Merkur, verbunden mit der Rückwirkung des ohne Zweifel in dem ſog. leeren Theil der Röhre befindlichen Merkurdampfes, dem Luftdrucke das Gleichgewicht halten, und ſo die Zerſchmetterung der Kugel unmöglich machen. Ja es iſt nicht denkbar, daß die, bei der Dünne der Kugelwände zweifelsohne ſehr verſchiebbaren Glasmoleküle bei andauernd einſeitigem Luftdruck und andauernd einwirkender Wärme**), nicht in ihrer Lage um mehr

---

*) Dieſe Phyſiker fanden nämlich daß in der Guericke'ſchen Leere die Merkurſäule des Thermometers ſank, beim Wiederfüllen dieſer Leere mit Luft aber wieder ſtieg; indeſſen kommt ein Theil dieſes Sinkens und Steigens auch auf Rechnung der durch Luftverdünnung erfolgenden Wärmeminderung und durch Luftverdichtung eintretenden Mehrung der Fühlwärme; vergl. m. Experimentalphyſ. I. 361.

**) Dieſſeits der Polarzonen iſt jedes Thermometer im Ganzen genommen mehr der Wärme ausgeſezt, als in einer die Verſchiebbarkeit der Glasmoleküle ſo gut wie ganz aufhebenden Eisſchmelz-Kälte. — Je länger übrigens die Thermometerröhren ſind, und je kleinere Gradabtheilungen ſie mithin wahrzunehmen geſtatten, um ſo theurer fallen ſie aus; weil man wohl kurze Röhrenſtücke herausfindet, die überall gleich weit ſind, hingegen ſelten lange und ſehr lange. Gefertigt werden nämlich die Thermometerröhren auf den Glashütten dadurch daß man für runde (cylindriſche) in einen runden, für flache (als ſolche größere Sichtbarkeit des Merkur, oder des gefärbten Weingeiſtes geſtattende) in einen flach gedrückten Glasklumpen eine Luftblaſe bringt und dieſelbe dann, ſammt dem Glaſe möglichſt gleichförmig lang auszieht. Sie haben gewöhnlich eine Länge von mehreren Fuß, ſind jedoch nie durchgängig gleich weit, und müſſen daher erſt hinſichtlich ihrer einzelnen Längetheile auf Weite-Gleichheit geprüft werden, um Stücke herausſchneiden zu können, welche in dieſer Hinſicht befriedigen. Dieſes geſchieht mittelſt des ſogenannten Calibrirens. Man ſtellt nämlich das eine Ende der ganzen annoch ungeſchliffenen Röhre in ein Gefäß mit zuvor durch Ausſieden ausgetrocknetem, durchaus ſtaubfreiem reinem (leichtflüſſigem und durch Schütteln keine graue Häutchen oder Metallſtaub abſetzenden, hell ſpiegelndem) annoch heißem Merkur, ſchließt dann die Oeffnung des entgegengeſezten herausragenden Röhrenendes mit einem, zuvor durch etwas fettes Oel leiſe beſtrichenen Finger, oder durch etwas Siegellack, und wartet nun das Erkalten des Merkur ab; da das heiße Merkur vor dem Röhre-Schließen die in derſelben befindliche Luft erhizt und mithin

oder weniger verrückt und enger zuſammengeſchoben werden ſollten. Man wird daher jedenfalls wohl thun, nnr ſolche Thermometerröhren mit Scalen zu verſehen, welche bereits Jahre lang mit Merkur verſehen und luftleer zugeſchmolzen waren. Bei Weingeiſt Thermometern ſteht dergleichen nicht leicht zu fürchten, weil der in der Luftleere befindliche Weingeiſtdampf mit ſeiner Spannung dem Luftdrucke mehr entgegenwirkt, als der höchſt verdünnte Merkurdampf. Daſſelbe gilt vom Waſſer (das jedoch zu luftleeren, geſchloſſenen Thermometern aus den oben S. 52 erwähnten Gründen nicht verwendet wird *);

---

ausgedehnt und dadurch theilweiſe herausgetrieben hatte, ſo wird nun nach dem Erkalten der äuſſere auf das Merkur laſtende ſtärkere Luftdruck einen Theil dieſes Metalles in die Röhre hinauftreiben. (Andere bewirken dieſes kürzer durch Auſſaugen, allein dabei kommt Mundfeuchte in die Röhre und dieſe kann ſtellenweiſe zu kleinen Abänderungen in der Lagerung des Merkur führen.) Iſt auf ſolche Weiſe etwa 1 Zoll lang Merkur in die Röhre gelangt, ſo hebt man dieſe heraus, zieht den Finger ab und legt ſie horizontal hin; hierauf mißt man mittelſt eines Zirkels genau die Länge der Merkurſäule, ſchiebt ſie dann durch Neigen der Röhre weiter, mißt wieder und ſofort mit dem Zirkel fragend: in welchen Theilen die Röhre von ein und derſelben Menge Merkur ſtets um gleich lang (z. B. ſtets um 1 Zoll) erfüllt wird? Nur jene zuſammenhängenden Röhrentheile, welche ſolche Gleichheit ununterbrochen nachweiſen laſſen, eigenen ſich zu Thermometerröhren. Nicht ſelten findet man auf ſolchem Wege in der ganzen Röhre nur zu einem Thermometer ein paſſendes Stück. Nicht gleichgültig iſt die Größe der an eine dergleichen calibrirte Röhre zu blaſenden Kugel oder Cylinders; beim Merkur-Thermometer muß das Volum der Merkurſäule zwiſchen dem Fundamentalabſtande zu dem Volum der Kugel (oder überhaupt: des Thermometergefäßes) der ſcheinbaren Erweiterung des Glaſes wegen, wie 1 zu 63, beim Weingeiſt- (Alkohol-) Thermometer nahe wie 3 zu 20, und beim Salmiakgeiſt- (d. i. Aezamonhydrat-) Thermometer wie 43:500 ſein; vergl. Körners Anleitung zur Bearbeitung des Glaſes an der Lampe ꝛc. Jena 1831. 8. S. 108 u. ff. Leztere ſind indeſſen darum wenig in Gebrauch weil ſie den oben S. 52 erwähnten Fehler der ungleichen Wärmedehnung im noch höheren Grade beſitzen, als die Alkohol-Thermometer.

*) Wie der Raumumfang des tropfbaren Waſſers bei den verſchiedenen Temperaturen ſich ändert, zeigt folgende aus Gehlers's phyſikaliſchem Wörterbuch, neu bearbeitet von G. Brandes, L. Gmelin, Horner, Muncke und C. H. Pfaff I. 616, entlehnte, auf R.'s Thermometer-Scale bezogene Tabelle:

Bei 0°	1,000054	20°	1,003562	40°	1,011832	60°	1,026654
4	1,000002	24	1,003911	44	1,014391	64	1,030145
8	1,000196	28	1,005523	48	1,017161	68	1,033812
12	1,000694	32	1,007387	52	1,020132	72	1,037629
16	1,001486	36	1,009494	56	1,023293	80	1,045668

Hieraus iſt erſichtlich daß das Waſſer am dichteſten iſt bei einer Temperatur + 4° R., und daß es unterhalb dieſer Temperatur ſich wieder ausdehnt. Genaue hieher gehörige Meſſungen zeigten daß reinſtes Waſſer nach Lefèvre-Guineau bei + 4°,4 C. (nach Hallſtröm bei + 3°,28 R. d. i. bei + 4°,1 C.) ſeine größte Eigendichte darbietet; nach Muncke dürfte + 3,78 C. der Wahrheit am nächſten kommen; man kann daher ohne um viel zu irren + 4° C. ſetzen. Es fragt ſich: ob der veränderliche Luftdruck — beim Erhitzen des Waſſers in offenen Meßröhren — auf die Temperatur der höchſten Waſſerdichte nicht von einem Einfluß iſt? In geſchloſſenen Röhren übt dergleichen Einfluß der darin mitenthaltene Waſſerdampf; m. Experimentalphyſik a. a. O. Zuſatz von Salzen drückt den Punkt der höchſten Dichte, wie jene des Gefrierens mehr oder weniger herunter; Verdoppelung der

wie ſolches ſchon die Einrichtung des ſogenannten Waſſerhammers darthut *).

12) Will man den Siedepunkt der Thermometerſcale nicht durch den Verſuch, ſondern mittelſt Berechnung beſtimmen, (oben S. 54 Anm.) ſo muß man zuvor die Raumverhältniſſe der mit der Kugel verſehenen calibrirten und genau eingetheilten Röhre bis zum Gefrierpunkte und von hier hinauf bis an ihr oberes Ende ermitteln. Dieſes geſchieht am einfachſten dadurch, daß man die Röhre bei einer beſtimmten Temperatur zuerſt vor der Füllung wägt, ſie dann bei der-

Salzmenge bewirkt auch (Blagden zufolge; m. Experimentalphyſ. II. 638) in gleichem Verhältniß vermehrte Tiefung beider Punkte. Marcet zufolge beginnt die Ausdehnung des Meerwaſſers unter jener Temperatur, bei welcher ſüßes Waſſer gefriert, und Parrot ſezt den Punkt der höchſten Dichte des Seewaſſers, der zugleich der ſeines beginnenden, mit Salzausſcheidung verknüpften Gefrierens iſt, bei — 5° C. Jene merkwürdige Ausdehnung des Waſſers unter + 3° 78 C. iſt höchſt wahrſcheinlich (wie ich bereits 1814 in m. Einl. in die neuere Chemie — Halle. 8. S. 278 ff. — zu zeigen ſuchte). Folge jener Molekül-Verſchiebung, welche der Kryſtalliſation (dem Erſtarren) vorangeht, und ſtimmt in dieſer Hinſicht mit dem Verhalten des Gußeiſens (das ſich darum ſo gut in Formen ausgießt, dieſelben durch ſeine Erkaltungsdehnung auf's Genaueſte erfüllend), des geſchmolzenen und erſtarrenden Wismuths, der leicht ſchmelzbaren und kaltmachenden Metallgemiſche, u. ſ. w. überein; ſ. m. Grundzüge I. 171, 179 ff. Kryſtalliſirende Materien nehmen dabei faſt immer ein größeres Volum ein; weil ihre Moleküle ſich nun nicht mehr in jeder Lage nach allen Seiten hin berühren und nebeneinander im Gleichgewichte halten, ſondern ſich an verſchiedenen Punkten ungleich ſtark, an einigen ſtärker an andern ſchwächer anziehen; oben S. 52. Die Gewalt mit welcher hiebei von Seiten des gefrierenden Waſſers gewirkt wird, iſt in ſo hohem Grade beträchtlich, daß ſie als mechaniſche Kraft von ungewöhnlicher Wirkſamkeit in Anwendung gebracht zu werden verdient. Wahl (Voigts Magazin für den neueſten Zuſtand der Naturkunde VIII. 74) ſprengte damit alte eiſerne Bomben, die man zuvor mittelſt ſchwerer Hämmer nicht hatte zertrümmern können. Die hiebei von Seiten des werdenden Eiſes ausgeübte Gewalt betrug auf jede Cubiklinie nicht weniger als 1,42 Pfund. Uebrigens wächſt dieſelbe, wie die Kälte zunimmt; denn auch das ſchon fertige Eis fährt in zunehmender Kälte noch fort ſich auszudehnen (weil die kryſtallmagnetiſche Anziehung der Molekül, die das Eiswerden herbeiführte, mit Verminderung der Wärme mehr und mehr zur freien Entwickelung gelangt; bis ſie endlich in der alſo gewonnenen Härte der Maſſe ſelbſt ſich ein Hinderniß ihres Wirkens ſezt; m. Einleit. in d. n. Chem. a. a. O.) bis es ungefähr 1/9 leichter geworden iſt als das Waſſer; wo es dann, wie ſtarre Materien, durch Steigerung der Kälte ſich mehr und mehr zuſammenzieht.

*) Eine etwas Waſſer enthaltene, 4—6 Linien weite, an beiden Enden zugeſchmolzene, an dem einen derſelben zur Kugel oder zu einem länglichen Hohlkörper ausgeblaſene Glasröhre, die durch Erhitzen ihres Waſſers vor dem Zuſchmelzen luftleer gemacht worden, und die in der Experimentalphyſik benuzt wird um darzuthun: daß tropfbare Flüſſigkeiten in der Luftleere durch Schütteln hin und wieder geworfen, hörbar ſo hart anſchlagen: daß ſie nothwendig Zertrümmerung des Glaſes zur Folge zu haben ſcheinen, die aber durch den Druck der Außenluft gehindert, nicht eintritt. Erhizt man das zuvor nach unten gerichtete cylindriſche Ende deſſelben vorſichtig, ſo erfolgt bei ziemlich hoher Temperatur kein Sieden; weil der entwickelte, die Kugel füllende Waſſerdampf zu ſtark auf das Waſſer drückt (oben S. 56), kühlt man dagegen die oberſte Kugelwölbung ſchnell ab, ſo beſchlägt derſelbe inwendig mit Thau (in Folge der Entwärmung des Dampfes) und das Waſſer fängt nun an zu wallen (weil jezt der größtentheils in Thau verkehrte Dampf nicht mehr auf daſſelbe drückt).

ſelben Temperatur dreimal wieder wägt, nämlich erſtens, nachdem man ſie zuvor bis zum Beginnen der Röhre und hierauf zweitens bis zum Eisſchmelzpunkt der Scale mit Merkur gefüllt hatte *) und endlich zum drittenmale, nachdem die ganze Röhre bis zum oberen Ende mit Merkur gefüllt worden war. Hiedurch erfährt man 1) das Gewicht des Glaſes der Röhre (die ſog. Tara), was in den Stand ſezt bei den nachfolgenden Wägungen das Gewicht des Merkur für jede Füllungshöhe deſſelben genau zu beſtimmen; 2) das Gewicht jenes Merkur-Antheils der die Kugel füllt; 3) und 4) desjenigen Antheils der von hier an die Röhre bis zum 0° C. Punkt und dann vom 0° C. Punkt bis zu deren Ende füllt; wie ſich aber dieſe verſchiedenen Merkurgewichte verhalten, ſo verhalten ſich auch die zugehörigen Hohlräume der fertigen, mit der Kugel verſehenen, calibrirten und bereits ihrem Gefrierpunkte nach beſtimmten Röhren, und leicht läßt ſich nun berechnen bis zu welchen Stellen der Röhre oberhalb des 0° C. Punktes das Merkur ſich erheben muß, wenn ſeine bis zu 0° C. reichende Geſammtmaſſe um 100 mal $1/5550$ (für C. Grade) oder um 80 mal $1/4440$ (für R. Grade) ausgedehnt wird. Steigt aber die Erhitzung des Merkur über den Siedepunkt, ſo wächſt die Ausdehnung deſſelben für jeden C.-Grad um mehr als $1/5550$, und es bleiben nun jene Ausdehnungen, welche bei gleichen höheren Erhitzungen die trockne Luft des Luftthermometers darbietet, hinter denen des Merkur zurück, wie ſolches nachſtehende, auf Dulong's und Petit's hieher gehörige Verſuche gegründete, von Muncke (Handb. der Naturl. I. 411) berechnete Tabelle zeigt:

Merkur-therm.	Luft-thermom.	Merkur-therm.	Luft-thermom.	Merkur-therm.	Luft-thermom.
105° C.	104,° 886	160° C.	158,° 398	230° C.	225,° 992
110	109, 786	165	163, 242	240	235, 478
115	114, 647	170	168, 082	250	245, 050
120	119, 522	175	172, 919	260	254, 608
125	124, 395	180	177, 752	270	264, 152
130	129, 262	185	182, 582	280	273, 682
135	134, 127	190	187, 408	290	283, 198
140	138, 988	195	192, 231	300	292, 700
145	143, 711	200	197, 050	320	311, 662
150	148, 700	210	206, 778	340	330, 568
155	153, 551	220	216, 342	350	340, 000 **)

*) Sowohl das Füllen als das Entleeren der Merkur-Thermometerröhren, und zum Theil auch das Auskochen des Merkur in der Röhre wird dadurch ſehr befördert, daß man einen hinreichend dünnen Eiſendrath in dieſelbe ſenkt und darin durch Herunterdrücken erhält. Dem Eiſen haftet nämlich das Merkur nicht, wohl aber die Luft an, weshalb man denn nicht nur das Merkur mit dem Eiſen leicht bewegen, ſondern auch durch daſſelbe der erhizten Luft den Ausweg erleichtern kann.

**) Nach Daniell ſiedet Merkur bei 340° C., d. i. nahe der Temperatur bei der Zink ſchmilzt (bei 342° C.). Zinn ſchmilzt nach D. bei 227° C., Wismuth bei 239,

Muncke theilt (a. a. O. S. 412) über die bei Eigengewichts-Beſtimmungen beſonders wichtigen Volum-Aenderungen des Waſſers nachſtehenden Auszug aus weitläuftigen, für dieſen Zweck von ihm berechneten Tabellen mit:

Das Volum des Waſſers bei 0° C. gleich 1 geſezt, iſt das Volum deſſelben bei:		und die Dichte des Waſſers bei:	Das Volum deſſelben bei 3°,78 C. = 1 iſt es bei:	und deſſen Dichte dann bei:
°C. 0	1,000000	1,000000	1,000111	0,999889
5	0,999900	1,000099	1,000011	0,999989
10	1,000167	0,999833	1,000278	0,999722
15	1,000760	0,999240	1,000871	0,999129
20	1,001643	0,998359	1,001754	0,998248
25	1,002786	0,997221	1,002897	0,997111
30	1,004161	0,995856	1,004272	0,995746
35	1,005745	0,994287	1,005856	0,994178
40	1,007520	0,992535	1,007631	0,992426
45	1,009472	0,990617	1,009583	0,990508
50	1,011591	0,988542	1,011702	0,988433
55	1,013872	0,986318	1,013982	0,986210
60	1,016313	0,983950	1,016423	0,983842
65	1,018918	0,981433	1,019028	0,981326
70	1,021694	0,978766	1,021805	0,978660
75	1,024654	0,975938	1,024765	0,975833
80	1,027814	0,972938	1,027925	0,972834
85	1,031194	0,969749	1,031305	0,969645
90	1,034819	0,966352	1,034930	0,966248
95	1,038720	0,962724	1,038831	0,962621
100	1,042928	0,958839	1,043039	0,958737

Einer ähnlichen Berechnung unterwarf M., a. a. O. S. 43, den von L. Gmelin dargeſtellten abſoluten Alkohol (waſſerfreien Weingeiſt) der jedoch, da er ſchon einige Zeit hindurch in einer zwar mit einem Glasſtöpſel verſchloſſenen Flaſche geſtanden hatte, nichts deſto weniger Zutritt von etwas atmoſphäriſchem Waſſergas und dadurch geringe Wäſſerung erlitten haben mochte. Es hatte derſelbe bei 20° C. ein Eigengewicht von 0,801; Richter und Meißner fanden aber das Eigengewicht des von ihnen dargeſtellten abſoluten Alkohols um 0,01 geringer, und der von mir hergeſtellte, ſ. m. Grundzügen I. 267, hatte nur 0,790 Eigendichte; ſehr kleine Zuſätze von Waſſer bewirken ſchon ſehr beträchtliche Verdichtungen. Bei

°C.	iſt deſſen Volum gleich:	und deſſen Dichte:	°C.	deſſen Volum:	deſſen Dichte:
− 40	0,96873	1,03227	+ 25	1,02616	0,97450
20	0,98179	1,01854	30	1,03165	0,96932
10	0,99045	1,00964	35	1,03720	0,96413
5	0,99513	1,00489	40	1,04284	0,95892
+ 5	1,00502	0,99501	45	1,04856	0,95368
10	1,01016	0,98994	50	1,05439	0,94841
15	1,01541	0,98482	55	1,06035	0,94308
20	1,02075	0,97967	60	1,06646	0,93767

Bley bei 321, dagegen Meſſing bei 1021, reines Silber bei 1223, Kupfer bei 1398, Gold bei 1421 und Gußeiſen bei 1933° C.

Alkohol (nicht waſſerfreier) ſiedet bei 78,°41 C. unter einem Luftdruck von 28 Zoll Barom. — Cagniard de la Tour (Ann. de Chim. et Phys. XXI. 178) zufolge ſoll Alkohol bei einer das Dreifache ſeines Volums nicht völlig erreichenden Ausdehnung unter einem 119 mal 28″ Barometer-Höhe betragenden (d. i. 119 fachen) Luftdruck, bei 259° C. und Waſſer bei einer nahe das Vierfache ſeines Volums betragenden Umfangsvergrößerung *) und bei 342° C. ganz und gar in Dampf verwandelt werden, und ebenſo Schwefeläther (m. Grundzüge I. 804) bei nahe dem Doppelten ſeiner Ausdehnung, unter 37—38 fachem Luftdruck (37 bis 38 mal 28 Zoll Bar.) und bei 200° C. So großem Drucke widerſtehen jedoch Glasröhren (und in dergleichen Gefäßen fanden die Erhitzungen ſtatt) nur, wenn ſie von Waſſer, oder von tropfbaren Flüſſigkeiten, welche in verſchloſſenen Gefäßen erhitzt werden, umgeben erſcheinen. — Dalton wollte gefunden haben, daß ſich alle durch bloße Erhitzung chemiſch nicht zerſetzbaren Flüſſigkeiten, z. B. Merkur, Waſſer ꝛc. von 0° C. (das Waſſer vom Punkte ſeiner größten Dichte) an, durch Erwärmung im Verhältniß des Quadrates der ihnen ertheilten Temperaturerhöhung ausdehnen (m. Syſtem d. Chemie. Halle. 1820. 4. S. 43); indeß fehlt dieſem Verſuchs-Ergebniß zur Zeit noch die zweifelsfreie Begründung. Merkur hat keinen Punkt höchſter Dichte vor ſeinem Gefrieren, erleidet dagegen gefrierend eine ungemeine Zuſammenziehung. — Wird Weingeiſt mit Waſſer vermiſcht, ſo verdichtet er ſich mit demſelben, und erträgt nun weit höhere Temperatur, ehe er zum Sieden kommt, wie zuvor, aber ſicher iſt darum die Beſtimmung ſeines Siedepunktes nun nicht mehr ſondern eher weniger, als ſie es zuvor (vor der Wäſſerung) war; Reaumur erreichte daher ſeinen Zweck: Feſtſetzung eines ſicheren Siedepunktes des Weingeiſts auch dann nicht, als er den Weingeiſt in verſchiedenen Verſuchen mit verſchiedenen Mengen Waſſers verſezte; ſ. oben a. a. O.

13) Für barometriſche Höhemeſſungen (oben S. 33) nicht nur, ſondern auch für meteorologiſche Beobachtungen iſt es ſehr wichtig genau zu wiſſen; wieviel der Einfluß der Temperatur auf den beobachteten Merkurſtand im Barometer beträgt (oben S. 54 Anm.), um ſo alle beobachteten Barometerſtände auf gleiche mittlere Temperatur zurückführen zu können. Folgende zunächſt für Würtemberg

*) Verwandelt man tropfbares Waſſer durch Erhitzung bis zum Sieden (unter 28″ Bar.) in Dampf, ſo wird dabei 1 Cubikzoll nahe bis zu 1 Cubikfuß (nämlich um das 1700 fache) ausgedehnt. Hindert man durch Verſchließen des mit Waſſer gefüllten Gefäßes dieſe Ausdehnung ſo vermag das Waſſer (und ſo jede auf ähnliche Weiſe behandelte Flüſſigkeit) zwar eine weit höhere Temperatur anzunehmen, als ſeine Siedhitze in offenen Gefäßen beträgt, allein ſeine gegen die Gefäßwände gerichtete Druckgewalt ſteigert ſich nun nicht nur im Verhältniß jener Ausdehnung, welche es beim Dampfwerden erleidet, ſondern auch noch im Verhältniß derjenigen Ausdehnung welche der fertige Dampf (und jedes Gas; ſ. oben S. 46) gemäß der höheren Temperatur erlangen würde; daher ſeine unter ſolchen Umſtänden eintretende furchtbare Druckgewalt.

beſtimmte, hieher gehörige Bemerkungen und Berechnungs=Ergebniſſe, verdanken wir Profeſſor Plieninger zu Stuttgart; vergl. m. Archiv für Chemie und Meteorologie. VIII. 105 ff. Die erſte der folgenden Tafeln enthält, für die häufigeren Barometerſtände, die Größe der Correction für ganze Grade der Reaumur'ſchen Scale von 1 bis 10 Graden derſelben; die letzte jene genauere, welche bis auf 0,1 Grad R. in den Abſtänden von 1° R. bis 4° R. eintreten können. Dieſen Correctionen ſelbſt liegt Gay=Luſſac's Beſtimmung zum Grunde, der zufolge ſich das Merkur der Barometerſäule für jeden Grad R. um $^1/_{4329,6}$ ihrer Länge nach ausdehnt. Als Beiſpiele des Gebrauchs dieſer Tabellen dienen (a. a. O.) folgende zwei Fälle:

1) Das Barometer ſtehe auf 26 Zoll 6 Linien bei einer Temperatur des Zimmers von + 6, 3 Graden; man wünſcht es auf + 10° R. zu reduziren; die Differenz der Temperatur wird ſein 10 — 6,3 = 3, 7 Grade, und man wird alſo zu der beobachteten Barometerhöhe, nach der Tabelle, noch 0, 27 Linien zu addiren haben.

2) Das Barometer ſtehe auf 27 Zoll bei einer Temperatur des Zimmers von 24, 3 Graden, man wünſcht es auf die Temperatur von 15 Graden zu reduziren. Die Differenz der Temperaturen iſt in dieſem Fall 9, 3 Grade. In der erſten Tabelle findet man für 9 Grade die Größe der Correktion = 0,67; und für 0, 3 in der zweiten Tabelle = 0, 02, und die ganze Größe der Correction wird alſo ſein = 0, 69 Linien, welche von der beobachteten Barometerhöhe abzuziehen ſind; die auf + 15 reduzirte Barometerhöhe wird alſo ſein 26 Zoll 11,31 Linien.

Da die Zimmertemperatur in den Wintermonaten in unſeren Gegenden gewöhnlich zwiſchen 12 und 17 Graden wechſelt, im Sommer dagegen dieſelbe im Mittel + 15° iſt, ſo iſt es am bequemſten, die Reduktion der einzelnen Beobachtungen auf + 15° R. vorzunehmen. Indeſſen iſt in jedem Fall der Temp.=Grad, auf welchen reduzirt worden iſt, anzugeben.

Tab. I.

Bei einer Temper. von	Größe der Correction bei einem Barometerſtand von					
	25 Zoll 6 Linien.	26 Zoll.	26 Zoll 6 Linien.	27 Zoll.	27 Zoll 6 Linien.	28 Zoll.
1 Gr.	0, 07 L.	0, 07 L.	0, 07 L.	0, 07 L.	0, 07 L.	0, 07 L.
2 —	0, 14 —	0, 14 —	0, 14 —	0, 15 —	0, 15 —	0, 15 —
3 —	0, 21 —	0, 21 —	0, 22 —	0, 22 —	0, 23 —	0, 23 —
4 —	0, 28 —	0, 29 —	0, 29 —	0, 30 —	0, 30 —	0, 31 —
5 —	0, 35 —	0, 36 —	0, 36 —	0, 37 —	0, 38 —	0, 39 —
6 —	0, 42 —	0, 43 —	0, 44 —	0, 45 —	0, 46 —	0, 46 —
7 —	0, 49 —	0, 50 —	0, 51 —	0, 52 —	0, 53 —	0, 54 —
8 —	0, 56 —	0, 58 —	0, 59 —	0, 60 —	0, 61 —	0, 62 —
9 —	0, 63 —	0, 65 —	0, 66 —	0, 67 —	0, 68 —	0, 70 —
10 —	0, 70 —	0, 72 —	0, 73 —	0, 75 —	0, 78 —	0, 78 —

Tab. II.

Bei einer Temperatur von	Größe d. Correct. bei einem Barometerſtand von			
	26 Zoll.	26 Zoll 6 Linien.	27 Zoll.	27 Zoll 6 Linien.
0,1 Grad R.	0,007 L.	0,007 L.	0,007 L.	0,007 L.
0,2 —	0,014 —	0,014 —	0,015 —	0,015 —
0,3 —	0,021 —	0,022 —	0,022 —	0,023 —
0,4 —	0,028 —	0,029 —	0,030 —	0,030 —
0,5 —	0,036 —	0,036 —	0,047 —	0,038 —
0,6 —	0,043 —	0,044 —	0,045 —	0,046 —
0,7 —	0,050 —	0,051 —	0,052 —	0,053 —
0,8 —	0,058 —	0,059 —	0,060 —	0,061 —
0,9 —	0,065 —	0,066 —	0,067 —	0,068 —
1,0 —	0,072 —	0,073 —	0,075 —	0,076 —
1,1 —	0,08 —	0,08 —	0,08 —	0,08 —
1,2 —	0,08 —	0,09 —	0,09 —	0,09 —
1,3 —	0,09 —	0,09 —	0,09 —	0,10 —
1,4 —	0,10 —	0,10 —	0,10 —	0,10 —
1,5 —	0,11 —	0,11 —	0,11 —	0,11 —
1,6 —	0,11 —	0,11 —	0,12 —	0,12 —
1,7 —	0,12 —	0,12 —	0,12 —	0,13 —
1,8 —	0,13 —	0,13 —	0,13 —	0,13 —
1,9 —	0,13 —	0,14 —	0,14 —	0,14 —
2,0 —	0,14 —	0,14 —	0,15 —	0,15 —
2,1 —	0,15 —	0,15 —	0,15 —	0,16 —
2,2 —	0,16 —	0,16 —	0,16 —	0,16 —
2,3 —	0,16 —	0,17 —	0,17 —	0,17 —
2,4 —	0,17 —	0,17 —	0,18 —	0,18 —
2,5 —	0,18 —	0,18 —	0,18 —	0,19 —
2,6 —	0,18 —	0,19 —	0,19 —	0,20 —
2,7 —	0,19 —	0,20 —	0,20 —	0,20 —
2,8 —	0,20 —	0,20 —	0,21 —	0,21 —
2,9 —	0,21 —	0,21 —	0,21 —	0,22 —
3,0 —	0,21 —	0,22 —	0,22 —	0,23 —
3,1 —	0,22 —	0,22 —	0,23 —	0,23 —
3,2 —	0,23 —	0,23 —	0,24 —	0,24 —
3,3 —	0,23 —	0,24 —	0,24 —	0,25 —
3,4 —	0,24 —	0,25 —	0,25 —	0,26 —
3,5 —	0,25 —	0,25 —	0,26 —	0,27 —
3,6 —	0,26 —	0,26 —	0,27 —	0,27 —
3,7 —	0,26 —	0,27 —	0,27 —	0,28 —
3,8 —	0,27 —	0,28 —	0,28 —	0,29 —
3,9 —	0,27 —	0,28 —	0,29 —	0,30 —
4,0 —	0,28 —	0,29 —	0,30 —	0,30 —

Vorſtehende Tabellen ſetzen mithin in den Stand, die wahre Barometerhöhe, ſo weit dieſelbe durch die Temperatur abgeändert erſcheint, auf eine gleiche mittlere Temperatur (z. B. von 10° oder 15° R.) zu beſtimmen, indem ſie anzeigen: wie viel man bei einer die mittlere Temperatur überſteigenden höheren Temperatur, von dem beobachteten Barometerſtande abzuziehen, und bei einer die mittlere Temperatur nicht erreichenden „niederen“ dem beobachteten Barometerſtande beizufügen hat. Mit Dulong

und Petit die Größe der Verlängerung der 0° R. kalten Merkurſäule für jeden Grad R. zu 1/4440 ſetzend (oben S. 54 Anm.) beträgt die erforderliche Berichtigung der Barometerhöhe wegen der Temperatur nachfolgende Additionen:

Für einen Temperatur Unterſchied von	in pariſer Linien, bei einem Barometerſtande von				
	24 Zoll.	25 Zoll.	26 Zoll.	27 Zoll.	28 Zoll.
1 Grad R.	0,064 L.	0,067 L.	0,070 L.	0,073 L.	0,075 L.
2 —	0,129 —	0,135 —	0,140 —	0,145 —	0,151 —
3 —	0,194 —	0,202 —	0,210 —	0,219 —	0,226 —
4 —	0,259 —	0,270 —	0,281 —	0,291 —	0,302 —
5 —	0,324 —	0,337 —	0,351 —	0,364 —	0,378 —
6 —	0,389 —	0,405 —	0,421 —	0,437 —	0,453 —
7 —	0,454 —	0,470 —	0,491 —	0,510 —	0,539 —
8 —	0,518 —	0,540 —	0,562 —	0,583 —	0,604 —
9 —	0,583 —	0,607 —	0,632 —	0,656 —	0,680 —
10 —	0,648 —	0,675 —	0,702 —	0,720 —	0,756 —

Beobachtet man das Barometer bei Temperaturen, welche Bruchtheile eines Grades ſind, ſo erhält man die fragliche Correction mittelſt vorſtehender Tafel leicht durch Interpolation; es ſey z. B. bei 27″ Barometerſtand die Größe der Correction wegen der Temperatur gleich 0, 5 Grad R., ſo darf man nur die bei 5° R. unter 27 Zoll in der Tafel ſtehende Zahl (0,364) zehnmal geringer nehmen, d. i. um eine Decimalſtelle vermindern, um die fragliche Correction (für den angegebenen Fall alſo zu 0,0364) zu erhalten. Sind es meteorologiſche Beſtimmungen, ſo genügt bei dergleichen Correctionen ſchon die 2te Decimalſtelle, ſo daß man alſo in obigen Beiſpielen ſetzen darf 0,036. Außer dieſer Berichtigung der Länge (Höhe) der Merkurſäule im Barometer wegen der Temperatur, bedarf es jedoch noch einer zweiten wegen der von der Weite der Barometerröhre abhängigen Herabdrückung (Depreſſion) des Merkur in derſelben. Nach Cavendiſh's Verſuchen ſteht das Merkur bei einer Weite (bei einem Querdurchmeſſer)

von 1, 13 pariſer Linien zu niedrig um 1, 575 Linien
„ 1, 69 „ „ „ „ „ 1, 035 „
„ 2, 25 „ „ „ „ „ 0, 754 „
„ 2, 81 „ „ „ „ „ 0, 562 „
„ 3, 38 „ „ „ „ „ 0, 405 „
„ 3, 94 „ „ „ „ „ 0, 282 „
„ 4, 50 „ „ „ „ „ 0, 169 „
„ 5, 62 „ „ „ „ „ 0, 079 „
„ 6, 76 „ „ „ „ „ 0, 056 „

Um die Größe dieſer Berichtigung für immer an einem gegebenen Barometer beſtimmen zu können, muß man von dem Verfertiger deſſelben die Röhren-Weite vor der Anfertigung genau ausmeſſen

und die daraus zu berechnende Depreſſion ein für allemal bei Feſtſetzung der Barometerſcale in Abzug bringen laſſen. Sie folgt übrigens aus dem Unterſchiede der Anziehungen der Merkurtheilchen unter ſich und zu dem Glaſe; erſtere iſt größer als leztere, und während beim Waſſer, Weingeiſt, Oel u. ſ. w. der umgekehrte Fall eintritt, und dergleichen Flüſſigkeiten daher in von ihnen nicht gänzlich gefüllten Glasgefäſſen (z. B. Glasröhren) in der Mitte tiefer ſtehen als an den Innenwänden des Glasgefäſſes, ſo hat Merkur hingegen in der Mitte ſeines Spiegels den höchſten, am Rande aber den tiefſten Stand; je enger aber das Gefäß (z. B. die Röhre iſt) um ſo größer iſt dieſer Unterſchied des Höhenſtandes der darin enthaltenen Flüſſigkeiten; vergl. m. Grundz. I. 214, 226 und 236. Der Depreſſions-Beſtimmung wegen muß übrigens die ganze Barometer-Röhre des Heber-Barometers, zumal des Reiſe-Barometers, durchgängig gleich weit ſein; namentlich jene Theile der Röhre in welchen die Wechſel des Merkurſtandes in beiden Schenkeln vorkommen, dürfen durchaus keine Weiten-Ungleiche darbieten. Eine dritte Correction wird bei gewöhnlichen Barometern wegen des ungleichen Rauminhalts ſeiner Theile erforderlich. Man hat nämlich zwei Hauptarten von Barometern, Heber-Barometer und Gefäß- oder Kapſel-Barometer; erſtere beſtehen aus einem unten umgebogenen, durchgängig gleich weiten, leztere aus einem im unteren umgebogenen kürzeren Ende mehr oder weniger ausgeweiteten (in beiden Fällen Merkur tragenden) Glasrohre; erſtere haben zwei Scalen, eine obere des längeren und eine untere des kürzeren Schenkels, leztere nur eine obere, da hier beim Fallen des Merkur in dem längeren Schenkel, das Anſteigen deſſelben in dem kürzeren, wegen der großen Röhrenweite, mehr oder weniger unmerklich wird; erſtere gewähren aber gerade darum, weil bei ihnen die Höhe des Merkurſtandes im kürzeren Schenkel von jener im längeren in Abzug gebracht werden kann, größere Genauigkeit, und werden, weil ſie ſich auch leichter transportiren laſſen als die leztern, behufs der Höhenmeſſungen vorzugsweiſe als Reiſe-Barometer in den Gebrauch genommen, machen jedoch beim Gebrauche ein doppeltes Ableſen an beiden Scalen nöthig, was bei lezteren nicht der Fall iſt, und gewähren außerdem Merkurſtands-Veränderungen, welche für Ungeübte weniger merklich erſcheinen, als jene der lezteren. Sollen daher Barometer der lezteren Art genaue Meſſungen zulaſſen, ſo muß der Verfertiger derſelben gleich von vorn herein den Weiten-Unterſchied beider Röhrentheile angeben und die Größe des Anſteigens im Gefäße (in der Kapſel) bei nahmhafter Größe des Fallens in der Röhre (oder des Fallens in der Kapſel und des Anſteigens in der Röhre) für beſtimmte Maaßtheile, z. B. für eine Linie der Scale, ermitteln und feſtſetzen, damit man hier, wie bei den Heberbarometern, die wahre Höhe des Merkur vom Spiegel des kürzeren Schenkels bis zu dem des längeren zu meſſen vermag. Die

Meſſungen ſelbſt müſſen übrigens ſtets vom höchſten Punkte der Merkurſpiegel ausgehen, und durch einen verſchiebbaren Zeiger, den Vernier oder Nonius, erleichtert werden. Die Maaßtheile der Scale ſind gewöhnlich die des altfranzöſiſchen Maaßſyſtems, nämlich Pariſer Zolle, Linien, Zehntel- und Hundertel-Linien; in neueren Zeiten jedoch auch nicht ſelten jene des neufranzöſiſchen Maaßſyſtems. Vergl. a. a. O. II. 169 und oben S. 34.

14) Sowohl für rein wiſſenſchaftliche Zwecke, z. B. für meteorologiſche, zumal für klimatiſche Unterſuchungen, als für viele Erwerbs-Beſchäftigungen, z. B. für den Feld-, Garten- und Wald-Bau ſehr wichtig iſt die Kenntniß der mittleren Luftwärme (mittleren Temperatur) ſowohl der einzelnen Orte, wo man beobachtet, als auch ganzer Landſtriche in denen man durch Boden-Bearbeitung, Anbau und Pflege erwirbt. In den gemäßigten Zonen ſtimmt die mittlere Luftwärme mit jener Temperatur nahe überein, welche der Boden (Erdrinde) innerhalb gewiſſer Tiefen hat; in der heißen Zone iſt die Bodenwärme geringer, in der kalten größer als die mittlere Luftwärme. Die Luftwärme tiefer Keller kommt in der gemäßigten Zone der Bodenwärme ziemlich, der nicht aus beträchtlichen Tiefen aufſteigenden natürlichen Süßwaſſerquellen nahe gleich; entſteigen leztere hingegen mehr oder weniger beträchtlichen Tiefen (wie ſolches z. B. bei den künſtlichen Quellen der Bohrbrunnen (arteſiſche Brunnen*) der Fall iſt, ſo wächst ihre Tem-

*) Arteſiſche Brunnen werden von mehreren die Bohrbrunnen genannt, weil ſie — urſprünglich in Oberitalien eingeführt — ſpäterhin in der ehemaligen Grafſchaft Artois am häufigſten angelegt wurden; mir ſchien die Benennung Bohrbrunnen zweckmäßiger, weil ſie mit einem Worte ausſagt wie dergleichen Brunnen gewonnen werden und was ſie, ihrer Anlage nach, von den gegrabenen Brunnen unterſcheidet; vergl. m. geſchichtlichen Bemerkungen über dieſelben in meinem Archiv für die geſammte Naturlehre XVIII. 466 und XXVI. 276 ff. Das Waſſer dieſer Brunnen wird in der Regel nur dadurch emporgetrieben, daß es mit dem im Innern naher oder entfernter Gebirge aufgeſtauchtem Waſſer in unmittelbarer Verbindung ſteht, und ſo deren einſeitigem Druck unterworfen iſt; je tiefer die erborte Kluft iſt, aus der es (nach Oeffnung der das Empordrücken hindernden, im undurchbohrten Zuſtande Waſſer nicht durchlaſſenden, daher der Kluft oder deren Vertreter vor der Durchbohrung zur ſchließenden Decke dienenden thonigen Erdſchicht) hervorgeſtürzt, um ſo größer iſt die Geſchwindigkeit mit der es (und mithin auch die Menge in der es) aus der Bohröffnung fließt, und um ſo höher auch die Temperatur, die es aus der Tiefe mitbringt. Nicht ſelten ſteigen jedoch auch neben einander befindliche natürliche Süßwaſſerquellen aus ſehr ungleichen Erdtiefen, und haben dann begreiflicher Weiſe ſehr ungleiche Temperaturen. Auch trifft es ſich wohl daß künſtlich erbohrte Quellen, ſeltener natürliche Springquellen, anfänglich ungemein hoch zur Bohröffnung herausgetrieben werden, dann aber an Steiggröße beträchtlich verlieren; meiſtentheils weil ſie urſprünglich nicht unmittelbar mit dem aufgeſtauchten Gebirgswaſſer, ſondern durch zwiſchen liegende, in Klüften zuſammengepreßte Luft, mit demſelben im gegenſeitigen Druckverhältniß ſich befanden; da treibt dann anfänglich dergleichen Luft das Waſſer gewaltig empor, läßt aber bald darin nach: theils weil ſie ſich nun mehr ausdehnt, theils und hauptſächlich: weil ſie mit dem Waſſer zum Bohrloche getrieben in demſelben emporwirbelt. Das Waſſer der gegrabenen Brunnen iſt in der Regel ſogenanntes Grundwaſſer, d. h. ein Waſſer, das mit dem Waſſer der den Bo-

peratur mit der Tiefe, und iſt in jenen am größten, welche aus den größten Tiefen empor gedrückt werden. Orte, welche gleiche mittlere Luftwärme haben, ſind *iſothermiſch*, jene, deren Bodenwärme gleich iſt, iſogeothermiſch; Linien, welche dergleichen Orte verbinden, heißen *Iſothermen* und *Iſogeothermen*. Man kann, A. v. *Humboldt* zufolge annehmen, daß ſich die Temperatur im Mittel um 1° R. mindert, wenn man ſich bei *gleicher Erhebung über dem Meeresſpiegel* um 2 Grad geographiſcher Breite (d. i. um 30 geographiſche Meilen) nordwärts begiebt; dieſelbe Abnahme der mittleren Luftwärme hat für dieſelbe Gegend ſtatt, wenn man ſich um 533 pariſ. Fuß über ſie erhebt; je höher daher ein Ort liegt als ein anderer, oder ein Land als ein ihm benachbartes, um ſo geringer iſt — im bemerkten Verhältniſſe — ſeine mittlere Luftwärme. Mit den Höhen mindern ſich alſo nicht nur die mittleren Barometer-, ſondern auch die mittleren Thermometer-Stände.

15) Die *mittlere Temperatur* (mittlere Luftwärme) ſo wie den *mittleren Barometerſtand* (mittleren Luftdruck) eines Ortes zu finden, dient ein Verfahren jenem ähnlich, welches zur Auffindung der *mittleren Geſchwindigkeit* (ſ. oben S. 38, Bem. 3.) in Anwendung gebracht wird; d. i. man nimmt aus den gegebenen Beobachtungsgrößen das arithmetiſche Mittel. Je größer die Anzahl dieſer Größen war, je mehr Beobachtungen alſo zum Grunde liegen, um ſo mehr nähert ſich das auf ſolche Weiſe gefundene arithmetiſche Mittel dem geſuchten wahren Mittel. Man kann hiebei für einen langen Zeitraum alle in demſelben erhaltenen Beobachtungsgrößen zu einander addiren und dann durch die Geſammtzahl der einzelnen Beobachtungen dividiren, oder man nimmt 1) aus den täglichen Beobachtungen das arithmetiſche Mittel, und erhält ſo das *tägliche Mittel* (z. B. die *tägliche* mittlere Temperatur; den *täglichen* mittleren Barometerſtand ꝛc.) ſummirt dann die täglichen Mittel eines Monats und dividirt ſie durch die Anzahl ſeiner Tage, damit 2) das *monatliche Mittel* gewinnend, addirt hierauf die monatlichen Mittel eines Jahres und dividirt ſie durch 12, was dann 3) das *jährliche Mittel* gewährt, und verfährt endlich auf gleiche Weiſe mit der Summe aus vielen jährlichen Mittel eines langen Zeitraums, dieſelbe mit jener Zahl dividirend, welche die Anzahl der Jahre ausdrückt, um ſo das Mittel ſolches langen Zeitraums zu erhalten.

---

den durchſchneidenden Flüſſe und Bäche im Gleichgewicht des Gegendrucks ſteht, und mit dieſem ſteigt und fällt; es hat die Temperatur der nächſten Erdſchichten unter dem fruchttragenden Boden und damit in der gemäßigten Zone eine, die ebenſalls von der mittlern Luftwärme nicht ſehr merklich fernt. Ueber Entſtehung, Vorkommen, Artung und Verhalten ſowohl der Süßwaſſer-Springquellen (natürliche Springbrunnen), als auch der Mineralquellen, der Meer-, Fluß-, Elben- und Landſeen- ꝛc. Quellen, ſo wie der Grund-, Sumpf- und ähnlicher Wäſſer, und überhaupt alles bis dahin bekannten Waſſers der Erdoberfläche und der verſchiedenen ſogenannten Rindentheile der Erde vergl. den 1. Bd. m. Hdbs. der Meteorlogie 1. Abthl. S. 410.

Je größer dieſer Zeitraum, um ſo mehr nähert ſich das Mittel deſſelben dem, der unmittelbaren Beobachtung ſich nicht ſtellenden, geſuchten, wahren Mittel; denn um ſo mehr verſchwinden die Wirkungen ſeltener ungewöhnlicher Abänderungen, z. B. die eines ſtrengen oder eines auffallend lauen Winters, jene eines kalten oder eines heißen Sommers ꝛc., die eines mehr oder weniger lange andauernden ungewöhnlich hohen oder tiefen Barometerſtandes u. ſ. w. Indeſſen iſt dieſes Verfahren, wenn es einigermaaßen genügend in Anwendung gebracht werden ſoll, ſehr zeitraubend; denn die Grundlage deſſelben, die täglichen Mittel mit Sicherheit feſtzuſetzen, heiſcht fortgeſezte Beobachtungen von Halb- zu Halbſtunde, und noch beſſer: von Viertel- zu Viertelſtunde. Es haben daher neuere Phyſiker ſich bemüht durch Einzelreihen von Beobachtungen diejenigen Tagesſtunden aufzufinden, welche ein dem wahren täglichen am meiſten nahekommendes Mittel gewähren. Sehr vollſtändige zu Padua angeſtellte Thermometer-Beobachtungen der Art verdanken wir Chiminello*), denen zufolge die geringſte tägliche Luftwärme im Mittel kurz vor Sonnenaufgang (zu Padua 32 Minuten vor Sonnenaufgang) eintritt, dann einige Zeit beharrt und in der erſten Stunde ſich nur langſam hebt, hingegen einige Stunden darauf ſchnell ſteigt, Nachmittag 2 Uhr gewöhnlich am größten iſt, ſich kurze Zeit ſo erhält, nun anfänglich nur langſam, dann ſchneller und gegen Sonnenuntergang am ſchnellſten ſinkt, worauf ſie die ganze Nacht hindurch bis zu Sonnenaufgang abnimmt. — Der in der Regel kurz vor Sonnenaufgang wehende Oſtwind (m. Meteolog. II. 2. S. 372) mehrt um dieſe Zeit nicht ſelten die eingetretene Kälte und macht ſie ſo auffallend empfindlich. Um übrigens die Lufttemperatur richtig zu beobachten, muß das hiezu dienliche Thermometer im Schatten, nämlich auf der Nordſeite eines Hauſes (einer Sternwarte ꝛc.) ſo freiſchwebend aufgehangen werden, daß es mit der freien Luft in Verbindung ſteht, während es von den Winden in derſelben nicht merklich bewegt werden kann, und daß es nicht, oder doch ſo wenig wie möglich, von den Wärmeſtralen gegenüber befindlicher Gebäude getroffen wird; auch die Höhe in der es von der Erde ab hängt, muß ſtets dieſelbe bleiben und bei den Beobachtungen ein für alle Mal angegeben werden; die täglich höchſten und niedrigſten Barometerſtände ſind gewöhnlich um ſo mehr von einander verſchieden, je näher der Erde das Thermometer hängt. Zwei Beobachtungen, von denen die eine in der kälteſten, die andere in der

*) Chiminello leitete ſeine Ergebniſſe aus 10080 nach einander in 506 Tagen gemachten Beobachtungen für 12144 Stunden ab, die den Tag und auch nicht ſelten die Nacht hindurch veranſtaltet wurden. Vergl. m. Handb. der Meteorologie I. 1. S. 358 ff. u. II. S. 100 ff. Folgende Tafel zeigt die ſtündlichen Veränderungen in Reaumur'ſchen Graden ausgedrückt. Unter Winter iſt darin Januar, Februar und December, unter Frühling März, April und Mai, unter Sommer Juni, Juli und Auguſt, und unter Herbſt September, October und November begriffen.

wärmſten Tageszeit angeſtellt wurden, geben die wahre tägliche mittlere Temperatur nahe bis auf 0,1 Grad R. genau. Sehr nahe

Stunden	Im Winter		Im Frühling		Im Sommer		Im Herbſt	
	mittlere Temperatur	ſtündliche Veränderg.	mittlere Temperatur	ſtündliche Veränderg.	mittlere Temperatur	ſtündliche Veränderg.	mittlere Temperatur	ſtündliche Veränderg.
1 Uhr Nachts	+ 2°,65 R.	— 0, 14	+ 9°,34	— 0, 32	+ 16°,43	— 0, 19	+ 9°,97	— 0, 13
2 — —	2, 53	0, 12	9, 06	0, 28	16, 11	0, 32	9, 60	0, 18
3 — —	2, 41	0, 12	8, 83	0, 23	15, 79	0, 32	9, 42	0, 17
4 — Frühe	2, 32	0, 09	8, 60	0, 23	15, 57	0, 21	9, 25	0, 17
5 — —	2, 15	0, 17	8, 49	+ 0, 11	15, 81	+ 0, 25	9, 05	0, 20
6 — —	2, 06	0, 09	8, 78	0, 29	16, 80	0, 98	9, 09	+ 0, 04
7 — Morgens	1, 96	0, 10	9, 41	0, 63	18, 05	1, 25	9, 36	0, 27
8 — —	2, 15	+ 0, 19	10, 37	0, 96	18, 97	0, 92	10, 09	0, 73
9 — —	2, 70	0, 55	10, 95	0, 57	20, 38	1, 41	11, 06	0, 97
10 — —	3, 39	0, 69	11, 84	0, 89	20, 82	0, 44	11, 73	0, 66
11 — —	4, 06	0, 67	12, 20	0, 36	21, 33	0, 51	12, 29	0, 57
12 — Mittags	4, 56	0, 49	12, 64	0, 44	21, 66	0, 42	12, 80	0, 50
1 — Nachm.	4, 90	0, 33	12, 89	0, 25	22, 03	0, 27	13, 17	0, 37
2 — —	5, 05	0, 15	13, 06	0, 17	22, 23	0, 20	13, 41	0, 23
3 — —	4, 91	— 0, 13	13, 18	0, 12	22, 18	— 0, 05	13, 32	— 0, 09
4 — —	4, 53	0, 37	13, 00	— 0, 16	21, 62	0, 56	12, 89	0, 43
5 — —	4, 17	0, 36	12, 68	0, 34	21, 05	0, 57	12, 06	0, 82
6 — Abends	3, 89	0, 29	12, 10	0, 57	20, 12	0, 93	11, 45	0, 61
7 — —	3, 68	0, 21	11, 56	0, 54	19, 17	0, 94	11, 01	0, 44
8 — —	3, 47	0, 21	11, 21	0, 35	18, 25	0, 93	10, 85	0, 16
9 — —	3, 25	0, 22	10, 56	0, 65	17, 57	0, 68	10, 61	0, 23
10 — —	3, 07	0, 17	10, 21	0, 35	17, 29	0, 28	10, 33	0, 28
11 — —	2, 92	0, 15	9, 92	0, 29	16, 95	0, 33	10, 15	0, 18
12 — —	2, 80	0, 12	9, 66	0, 25	16, 62	0, 33	9, 91	0, 24
Mittel in 24 St.	+ 3, 32	3, 09	+ 10, 85	4, 69	+ 18, 87	6, 66	+ 10, 94	4, 56

Mittelſt dieſer Tabelle laſſen ſich nicht nur die Stunden beſtimmen, deren Luftwärme der wahren mittleren Temperatur am nächſten kommt, ſondern ſie ſetzen auch in den Stand dieſelbe annäherungsweiſe auch aus zu beliebigen anderen Stunden angeſtellten Beobachtungen zu finden. Auch ergiebt ſich aus den Unterſchieden obiger Stunden-Werthe, in Beziehung auf Temperatur, daß die Wärme zur Winterszeit täglich 7 Stunden lang zu, und 17 Stunden lang abnimmt, während ſie im Sommer 10 Stunden hindurch ſteigt und die 14 darauf folgenden Stunden fällt; vergl. a. a. O.

Das wahre Mittel der Luftwärme irgend einer Zeitdauer, würde, dem Vorhergehenden gemäß, in ſolcher Dauer gleichförmig vertheilt die gleiche Wirkung auf das Thermometer hervorbringen, wie die Summe der einzelnen Temperaturen in jedem Augenblicke, und hätte man für jeden Tag ſtündliche Thermometer-Beobachtungen, ſo würde man die Temperaturen der Tage und aus dieſen jene größerer oder kleinerer Zeitdauern nach den erwähnten Verfahren des arithmetiſchen Mittels finden; denn der dabei eintretende Fehler iſt, wie Kämtz gezeigt hat (Schweig-

der wahren mittleren Temperatur iſt das arithmetiſche Mittel aus den um 6 Uhr früh, um 2 Uhr Mittags und um 9 Uhr Abends

---

ger's Journ. für Chemie und Phyſik XL. 394 ff.), ſo klein, daß man ihn ganz unbeachtet laſſen kann. Indeſſen ſind wir bis jezt nur im Beſitz von zwei ſolchen hinreichend ausgedehnten Beobachtungs-Reihen, nämlich außer der im Vorhergehenden ihren Hauptergebniſſen nach benützten des Chiminello, — die außer den in 12144 Stunden veranſtaltete Beobachtungen durch Einſchaltungs-Berechnung (Interpolation) gewonnene Werthe, zuſammen für 2064 Stunden enthält, nach den Himmelszeichen, in denen die Sonne ſtand geordnet iſt, und ſpäterhin von Schouw (Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie. Berlin 1828 S. 6) mittelſt Einſchaltungs-Berechnung auf die Monate gebracht wurde (vergl. m. Hdb. d. Meteorologie II. 2. S. 101, wo man dieſe Monats-Tafeln, ſammt Anleitung zu deren Gebrauch abgedruckt und leztere entwickelt findet) — eine zweite, vollſtändigere, aus denen während der Jahre 1824 und 1825 im Fort Leith gewonnenen, und von Kämtz (Schweigger's Journ. a. a. O. S. 428) auf die hunderttheilige Thermometerſcale zurückgeführten Beobachtungen (ohne Interpolation) hervorgegangen; ſucht man in beiden Reihen, in jener (Chiminello'ſchen) für Padua und in dieſer für Leith die ſtündlichen Veränderungen der Temperatur und das Verhältniß zweier je gleichzeitiger derſelben, wie ſolches Prof. v. Schmöger in m. Archiv für Chemie und Meteorlogie VII. 111 ff. nachgewieſen, ſo erhält man im Mittel, wenn der Zahlenausdruck der Temperatur für Leith als Zahleneinheit gilt, für Padua 1,795, und nahe denſelben Unterſchied beider mittleren Temperatur-Werthe, der Padua-er und der Leith-ner, bieten auch die mittleren Luftwärmen dieſer Orte dar, ſofern ſie von den 4 Sommermonaten (Juni bis September) und den 4 Wintermonaten (Dezember bis April) berechnet worden waren. Man erhält nämlich nach der C.-Scale ausgedrückt, als mittlere Luftwärme von

Leith für den Sommer 14°,28	von Padua für den Sommer 22°,29
„ „ „ Winter 4°,71	„ „ „ „ Winter 5°,40
Unterſchied 9°,57	Unterſchied 17°,25

und das Verhältniß dieſer Unterſchiede von 9,57 zu 17,25 iſt wie 1 zu 1,8002 ſo daß man alſo für dieſelbe Zeitdauer die mittlere Luftwärme von Padua um 0,8 oder um 4/5 Grad C. höher ſetzen kann, als jene zu Leith; vergl. v. Schmöger a. a. O. Schouw und Schübler halten dafür, daß ſich die Padua-er Beobachtungen mit hinreichender Genauigkeit auch für Deutſchland anwenden laſſen (und nach Kämtz ſcheinen ſie ſolches auch für Italien und Oſt-Frankreich zuzulaſſen) weil hier in den meiſten Gegenden die Größe der Luftwärme-Aenderungen auch dem Gange jener zu Padua eintretenden ähnlich iſt.

Nach von Schmöger (Arch. a. a. O. 127 ff.) verhalten ſich für Regensburg die, aus den gegebenen 60jährigen mittleren Temperaturen der Monate und Jahre berechneten wahren monatlichen mittleren Temperaruren, bei beigefügtem auf 0° R. reducirten mittleren monatlichen Barometerſtande, wie die beigeſezten Temperaturwerthe beſagen. (Die Höhe des mittleren Donauſtandes zu Regensburg iſt 1036 pariſer Fuß über dem Meere; vergl. oben S. 70).

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Barometer bei 0° R.	324‴,22	324,18	323,68	323,54	323,71	324,11
Mitttlere Temp.	— 2°,32 R.	— 0,20	+ 2,71	7'87	11,99	13,60

	Juli	Auguſt	Septemb.	Oktober	Novemb.	Dezembr.
Barometer bei 0° R.	324‴,25	324,49	325,59	324,43	324,01	323,71
Mittlere Temp.	+ 15,05	14,38	11,57	7,08	2,20	— 1,14

Jahr.

Barometerſtand bei 324‴,06 Mittlere Temperatur + 6,89

angeſtellten Thermometer-Beobachtungen, hingegen iſt das aus Beobachtungen angeſtellt um 7, 2 und 9 Uhr gewonnene, hauptſächlich im Sommer, um ein Merkliches höher, als die wahre mittlere Temperatur. Vergleicht man die täglichen, und ebenſo die monatlichen und die jährlichen höchſten und tiefſten Thermometerſtände, ſo erhält man die täglichen, monatlichen und jährlichen Luftwärme- oder Temperatur-Veränderungen. Erſtere ſind in der Nähe des Meeres oder großer Gewäſſer, desgleichen auf Anhöhen und Gebäuden geringer, als mitten im feſten Lande, oder wenige Fuß hoch über der Erdoberfläche in Thälern, größer weiter nordwärts als näher dem Aequator, und für unſere geographiſchen Breiten im Sommer größer, als im Winter; ihre mittlere Größe dürfte für die meiſten Gegenden Deutſchlands 6° R. nicht übertreffen. Die monatlichen ſind beträchtlich größer als die täglichen (in Deutſchland meiſtens im April am größten); für Regensburg betragen ſie 16°,76 R., für Tübingen 19°,67. Die jährlichen erreichen in den meiſten Gegenden Deutſchlands gegen 36° bis 40° R. Von beiden gilt hinſichtlich der Meeresnähe und der Höhe des Beobachtungsortes, was von den täglichen bemerkt wurde. In welchem Maaße wichtig die Beſtimmung der monatlichen und jährlichen Luftwärme-Veränderungen werden kann, nicht nur für die Meteorologie, hauptſächlich für den mit Witterungs-Lehre (Klimatologie) bezeichneten Theil derſelben, ſondern auch für die Geſchichte der natürlich oder künſtlich bewirkten Aenderungen der Pflege-Pflanzeu nährenden Erd-Oberfläche (und dadurch auch der Völker und mithin auch: der geſammten in Fortbildung begriffenen, dieſelbe in den mannigfachſten Weiſen und mit zeit- und ortgemäßer nicht ſelten ſehr ungleich großer Wirkſamkeit verſuchenden und zu ihr anſtrebenden Menſchheit) und hauptſächlich für Gärtnerei, Feld-, Wieſen- und Wald-Bau, mögen folgende Bemerkungen darthun, über deren wiſſenſchaftliche Begründung man S. 337 des I. Bd. meiner Meteorologie vergleichen kann: 1) jede Pflege-Pflanze fordert eine ihrem Entwickelungsgange entſprechende mittlere Boden- und Luft-Wärme; iſt erſtere zu niedrig, ſo ſtirbt die ſolchem Boden, ſey es in der unentwickelten (als Saamen, Zwiebel, Wurzelknolle, Blattknospe ꝛc.) oder in einer bereits mehr zu einer oder der andern Entwickelungsſtufe (z. B. zum vollſtändigen Wurzel- und Stamm-Wuchs) gelangten Form, vertrauete Pflanze entweder ſogleich ganz ab, oder verkümmert ihr Leben in kurzer Friſt; ſteigt leztere nicht hoch genug, ſo wird die Pflanze entweder in ihrem Entwickelungsgange ſehr verlangſamt und ſehr geſchwächt, oder ſie bleibt bei gewiſſen Stufen deſſelben ſtehen, ohne jemals die höchſte Vollendung (z. B. die vollſtändige Reifung ihrer Früchte) zu erreichen. Bei allen aus wärmeren Erdgegenden in kältere verſezten Gewächſen, und das gilt bei uns nicht nur von den meiſten Obſtarten und dem Weine, ſondern auch faſt von allen unſeren Gemüſe- und von vielen Fabrik-Pflan-

zen, fernt die Bodenwärme ihres Stamm-Landes nur um wenige Grade von der unſerer Gegenden; ſobald dagegen der Abſtand bei derlei Bodenwärmen mehrere Grade beträgt, gedeihen dergleichen, urſprünglich durch größere Bodenwärme bedingten Gewächſe, bei uns nur in Miſtbeeten, Treibhäuſern und ähnlichen künſtlich geſteigerte Bodenwärme darbietenden Schutzräumen. Will man alſo aus wärmeren Gegenden Pflanzen bei uns heimathlich machen, ſo muß man ſich zuvor die Frage beantworten: in welchem Maaße weichen beide Bodenwärmen, die urſprüngliche der einzugewöhnenden Pflanze und die unſerer Aecker oder Gärten von einander ab; beträgt der Unterſchied mehr als 3 Grad C. ſo iſt die Verſetzung unausführbar; überſteigt er nicht zwei Grad, ſo wird die Pflanze zu ziehen aber nicht zur gehörigen Entwickelung zu bringen ſein, erreicht er hingegen noch nicht 1° C., ſo läßt ſich von dieſer Seite her eine nahe vollſtändige Entwickelung derſelben für alle Zeitdauern ihres Lebens erwarten*). 2) die Güte (geſunde, vollſtändige Entwickelung) der Pflanzen-Entwickelungstheile, mithin auch der von den Menſchen zu vernutzenden Pflanzenerzeugniſſe, iſt neben der Bodenwärme zunächſt bedingt durch das gehörige Maaß der Luftwärme, verbunden mit zeitrechtem Wechſel von Luft-Feuchte und Luft-Trockniß; bei uns eingeſiedelte, wärmeren Gegenden entſtammende Gewächſe gedeihen um ſo erfreulicher, je näher die während ihres Wachsthums und der Reifung ihrer nutzbaren Erzeugniſſe auf ſie einwirkende Luftwärme jener ſteht, welche in ihrem Heimath-Lande ſie zum Wachſen und Reifen trieb. Kennt man daher ihre heimathliche, mittlere Luftwärme, ſo braucht man nur die in Thermometergraden ausgedrückten täglichen mittleren Luftwärme-Größen, deren Einfluß die Pflanze vom Anfange ihres Triebes (ihrer Vegetationszeit) bis zur Reifung ihrer Frucht ausgeſezt war, zuſammenzählen und die alſo gewonnene Summe von Thermometergraden mit der Anzahl der Beobachtungen zu dividiren, um die mittlere Luftwärme ihrer Vegetations-Dauer zu erhalten und mit jener heimathlichen vergleichen zu können. Je höher die mittlere Luftwärme während der Zeitigungs- (Trieb- und Reifungs-) Dauer ſich ausweiſet, um ſo vollendeter erſcheinen in der Regel die zugehörigen Pflanzenerzeugniſſe**).

*) Nach und nach gewöhnen ſich dergleichen Pflanzen an eine etwas niedere Bodenwärme und zwar eher, als an eine beträchtlich höhere; d. h. ſie entwickeln ſich alle Stufen hindurch mit einer Vollſtändigkeit, die jener, welche ſie in ihrer Heimath erreichen mehr oder weniger nahe kommt. Jedoch bewirkt hiebei der Bau der Pflanze eigenthümliche Regelungen; je einfacher derſelbe, um ſo größere Unterſchiede der Bodenwärme ertragen die Pflanzen, ohne an Entwickelungsfolge und Reife beträchtlich einzubüßen; wie denn die Gräſer und außer dieſen die Getreide-Arten faſt alle Aeußerſten (alle Extreme) der Bodenwärme auszuhalten vermögen, ohne in ihrem Entwickelungsgange weſentlich abgeändert oder gar bis zur Unvollendung (Unreife) verkürzt zu werden.

**) Z. B. denen vom Profeſſor Schön zu Würzburg angeſtellten Beobachtungen zufolge

3) bei mehrjährigen Gewächſen entſcheidet außer der Zeitigungsdauer-Wärme die mittlere Luftwärme des ganzen Jahres, wie nachſtehende Tafeln der zum Pflanzen-Gedeihen erforderlichen Luftwärmen ſowohl für fremde als für heimiſche, theils im Freien theils bei Garten- und Treibhaus-Pflege zu erzielende Gewächſe darthun mögen:

a) zum Gedeihen im Freien wird erfordert beim

Zuckerrohr	eine mittl. jährl. Luftwärme von	23°,75 C. od.	19° R.
Kaffee	„ „ „ „ „	18, 125 „	14,5
Orangen	„ „ „ „ „	16, 875 „	13,5
Oliven	„ „ „ „ „	13, 125 „	10,5
Wein,	am vollkommenſten bei „	16, 000 „	12,8
Obſt,	die meiſten Arten und Spielarten „	10 bis 12,5 od.	8 bis 10

(Kirſchen reifen bei mittlerer Luftwärme von 15°,5 bis 18°,25 C. = 12°,4 bis 14°,6 R., blühen aber ſchon bei 8°,75 bis 11°,25 C. = 7° bis 9° R. Phirſichbäume bei 12°,5 bis 18°,125 C. = 10° bis 14°,5 R. Mittagswärme, entwickeln aber ſchon bei 7°,125 bis 12°,75 C. = 5°,7 bis 10°,2 R. Mittagswärme, Knoſpen, und fordern zum Reifen ihrer Früchte 15°,5 bis 18°,25 C. = 12°,4 bis 14°,6 R. derſelben. Mandeln heiſchen eine um 3° bis 4° C. höhere Mittags-Temperatur.

Buche, am vollſtändigſten	7, 5 —	6
Die Baumgränze tritt in der Schweiz ein bei	+ 1°,125 od.	+ 0°,9
in Lappland*) hingegen bei	— 3° „	— 2°,4

---

entſprach die Güte der dortigen Weine der Jahre 1811, 1818, 1822, 1827, 1831, 1832 und 1833 jedesmal der mittleren Luftwärme in den Sommermonaten derſelben Jahre, und wie die mittlere Sommermonat-Temperatur (d. i. das Mittel aus den Mitteln der Monate Mai, Juni, Juli, Auguſt und September) des Jahres 1811 nun (im Jahr 1834) nach 23 Jahren in keinem der folgenden Jahre erreicht wurde, ſo behauptete auch der Wein vom Jahr 1811 bis hieher vor den Weinen aller folgenden Jahre den Vorzug. Hienach wird der diesjährige Wein dem von 1822 nahe kommen, jedoch ihn nicht erreichen. Man darf indeſſen bei dergleichen Folgerungen nicht vergeſſen zu berückſichtigen: wie weit die Weinreben vor Eintritt der Sommermonate bereits gediehen, und ob die ſpäteren Sommermonate zu den heißeren oder kühleren gehören? Vergl. auch Eiſenlohr's und v. Schmöger's Beob. in m. Arch. XXVI. 333 u. 341.

*) In jenen Schweizerhöhen nahe jenſeits der Baumgrenze iſt ohne Zweifel die Bodenwärme geringer, als in Lappland; vergl. m. Meteorologie I. 347. — Der Getreidebau erreicht ſeine Grenze in der Schweiz bei einer mittleren Jahres-Luftwärme von + 5°,25 C. = 4°,2 R. Die meiſten Getreide-Arten blühen bei + 15° bis 15°,25 C. = 12° bis 13° R. Frühlings-Luftwärme, und reifen im Sommer bei + 17°,5 bis 20° C. = 14° bis 16° R. Die meiſten Obſtarten blühen im Frühling bei + 8°,75 bis 15° C. = 7° bis 12° R., und ihre Früchte reifen im Sommer bei + 17°,5 bis 20° C. = 14° bis 16° R. Ihre Gedeihungs-Grenze fällt bei einer mittleren Jahrestemperatur von + 5° bis 6°,25 C. = 4° bis 5° R. Die Buche erfordert mindeſtens eine mittlere Jahres-Luftwärme von + 4°,625 C. = 3°,7 R. Die Weinrebe heiſcht, um trinkbaren Wein zu geben, wenigſtens + 8°,75 C. = 7° R. mittl. Jahreswärme, und leidet ſchon bei einer Hitze von + 22°,125 C. 17°,7 R., daher iſt in ſehr heißen Gegenden ſo wenig Weinbau möglich, als in kalten. Die Trauben reifen bei 23°,75 bis 30° C. 19° bis 24° R. Mittagswärme. Die Beeren der rothen Weinſpielarten,

b) In Gärten und zum Frühreifen in Miſt= oder Loh=Beeten, oder warmen Häuſern gedeihen

Gurken (Cucumern) bei einer Mittagswärme von 17°, 5 bis 23°,75 C. od. 14° bis 19° R.
und reifen vollkommen bei 23°,75 = 26°,25 C. = 19° = 21° R.
erfrieren aber (und ebenſo Bohnen, ſo wie verſchiedene den ſüdlicheren Gegenden entſtammende übrige Garten= oder Feld=Pflanzen, desgleichen Kartoffeln) bei 0° C. = 0° R.

Bohnen wachſen gut bei einer Mittagswärme von 15° = 18°,75 C. = 12° = 15° R.
fordern aber zum Blühen und Reifen eine Mittagswärme von 18,°75 = 23°,75 C. = 15° = 19° R.

Erbſen wachſen gehörig bei einer Mittagswärme von 10° = 12°,5 C. = 8° = 10° R.
blühen und reifen bei 12°,5 = 18°,25 C. = 10° = 14° R.

Erdbeeren wachſen bei mittlerer Luftwärme von 3°,75 = 10° C. = 3° = 8° R.
reifen bei mittlerer Luftwärme von 12°,5 = 13°,75 C. = 10° = 11° R.

Champignons (Pfiſterlinge) wachſen und reifen bei Mittagsw. von 12°,5 = 17°,5 C. = 10° = 14° R.

c) Es entlauben ſich:

Weinreben bei — 1°,25 bis — 2,°5 C. od. —1° bis 2° R.
Obſtbäume und verlieren ihre Blüthe bei — 2°,5 = — 5° C. od. — 2° = 4° R.

d) Es erfrieren (gemäß des in ihnen zu Eis erſtarrenden Saftes):

Citronen, Pomeranzen, Myrten in Blättern und jüngern Zweigen bei — 3°,75 bis — 6°,25 C. od. — 3° bis — 5° R.
Oliven u. Oleander bei — 5 = — 8°,75 C. = — 4° = — 7° R.
Granaten und Jasmin bei — 6,25 = — 10° C. = — 5° = — 8° R.

---

zumal jene der nach Deutſchland verſezten Burgunder Traube, reifen jedoch (ſchon: weil die dunkelfarbigen rothen Beere vom Lichte mehr erhizt werden, als die ſogenannten weißen) um 10—14 Tage früher, als die heimiſchen weißen. Süße Pomeranzen (Orangen) erfordern im Winter eine Luftwärme von höchſtens 10° C. = 8° R., zum blühen 13°,75 bis 16°,25 C. = 11° bis 13° R. und reifen bei einer mittleren Luftwärme, welche der Mittagswärme der Traubenreifung gleichkommt. Die Weinreben blühen übrigens gut bei einer Mittagswärme von 18°,75 bis 22°,25 C. = 15° bis 17°,8 R. und wachſen gut bei 12°,75 bis 15°,56 C. = 10°,2 bis 12°,4 R., Melonen bei 18°,75 bis 25° C. = 15° bis 20° R. Mittagswärme und reifen bei 25° bis 30° C. = 20° bis 24° R. Mittagswärme. Ananas verlangen eine Lohbeet=Bodenwärme von 23°,75 bis 29°,375 C. = 19° bis 23°,5 R. Zum Begießen ein Waſſer von 26°,25 bis 29°,375 C. = 21° bis 23°,5 R. Zum Blühen eine Luftwärme von 22°,125 bis 23°,875 C. = 17°,7 bis 19°,1 R. und reifen bei einer Mittagswärme von 26°,25 bis 37°,4 C. = 21° bis 30° R.

Rosmarin u. baumartige Mimoſen (mimosa arborea) bei	— 7°,5	bis — 11°,25 C.	od. — 6° bis — 9° R.
Cypreſſe bei	— 8,75	= — 10 C.	= — 7 = — 8 R.
Feigen und Steinlinden bei	— 8,75	= — 11,25 C.	= — 7 = — 9 R.
Pinien und Kirſchlorbeerbäume bei	— 10	bis — 15 C.	= — 8 = — 12 R.
Strauchartiger Jasmin (Jasminum fruticans) und tartariſcher Ahorn bei	— 13,75	= — 21,25 C.	= — 11 = — 17 R.
Verſchiedene zärtliche Roſen	— 16,25	= — 18,75 C.	= — 13 = — 15 R.
Buchsbaum und unbedeckter Zwerchbuchs bei	— 20	= — 25 C.	= — 16 = — 20 R.
Mandeln und die gewöhnliche Garten-Roſe (Centifolienroſe; Rosa centifolia) bei	— 26,25	= — 31,25 C.	= — 21 = — 25 R.
Weinreben, ſüße Kaſtanien-, Phirſich- und Aprikoſen-Bäume bei	— 30	= — 33,75 C.	= — 24 = — 27 R.
Pflaumen (Zwetſchen), Kirſchen, Nußbäume u. zarte Birnbäume bei	— 31,25	= — 35 C.	= — 25 = — 28 R.
Birn- u. Aepfel-Bäume; auch wohl Eſchen bei	— 33,75	= — 37,5 C.	= — 27 = — 30 R.

Monat-Roſen kommen an Dauerbarkeit den Birn- und Aepfelbäumen gleich; Hortenſien frieren im Freien bis zur Wurzel ab, treiben den darauf folgenden Frühling wieder Stengel und Blätter, aber keine Blüthen. Haben die Gewächſe bereits Blätter oder Blüthen getrieben, ſo erliegen ſie kurz dauernden Fröſten (z. B. den Nachtfröſten im Mai, wie ſie in unſern Gegenden nicht ſelten dadurch eintreten: daß von den Polargegenden lezte kalte Luftſtröme herzu fließen, die, indem ſie ſich ihrer großen Dichte zufolge — nach unten ſenken, und dagegen wärmere Thalluft herauf wogen machen, nicht auf den Höhen, ſondern in den Niederungen Froſtkälte erzeugen), während ſie annoch unentwickelt weit heftigere Kälte unbeſchadet auszuhalten vermögen; Rauchfeuer, wie ſie in Ungarn zum Schutz der Weinreben bei Nachtfröſte fürchten laſſenden Mai-Abenden angemacht, und die Nacht hindurch bis nach Sonnenaufgang unterhalten werden, und wie dergleichen durch Medicinalrath Pickel in Deutſchland zuerſt für gleiche Zwecke in Anwenduug gebracht wurde, erwärmen die von den Höhen herabſtürzende kalte Luft, und machen ſie ſo unſchädlich. Aehnlichen Erfolg würde man von demſelben Mittel beim Feld- und Gemüſebau haben, wenn man ohnfern der Aecker oder Beete (z. B.

Kartoffeläcker, Bohnenbeete ꝛc.) im Frühling Abends, falls die Lufttemperatur auf 0° zu ſinken anfängt, ſofort Rauchfeuer zündete und die Nacht hindurch unterhielte. 4) Die mittlere jährliche Luftwärme einer Gegend ändert ſich weniger (oft gar nicht) durch Aenderungen der Erdoberfläche, als die monatliche, und dieſe iſt es, die hauptſächlich über die Reifungs-Möglichkeit der Früchte und über deren vollkommene Entwickelung entſcheidet. Wälder z. B. ändern in der Regel nicht die mittlere jährliche Luftwärme, wohl aber verrücken ſie die Werthe der monatlichen mittleren Luftwärmen, und tragen dadurch häufig zu gänzlichen Umänderungen der Pflanzen-Gedeihlichkeiten bei. Seit Deutſchland, Frankreich und England, desgleichen mehrere Theile Italiens, mehr oder weniger entwaldet ſind, haben ihre mittleren Jahreswärmen ſich nicht oder kaum geändert, wohl aber ſind im Ganzen genommen die Sommer dieſer Länder jezt kühler, dagegen aber die Winter milder, als ſie es ehemals waren; hieraus erklärt ſich, warum jezt in England keine zur Weingährung taugliche Trauben mehr reifen, und eben ſo in vielen Gegenden Frankreichs und Deutſchlands, die ſonſt üppig ſpendende Weinberge beſaßen; denn der Wein erfordert zur gehörigen Entwicklung und Reifung ſeiner Beeren heiße Sommer, erträgt dagegen ſehr wohl kalte, und zum Theil ſehr kalte Winter. Auf Grundſtücken in Frankreich, von 1800 Fuß über Meeresfläche, welche ſonſt Weinberge darboten, kommt jezt keine Traube mehr zur Reife. Sonſt fiel zu Vivarais die Weinleſe Ende September, jezt vom 8. bis 20. October. Die Hugenotten tranken 1552 oder 1553 den Muskatwein des Landes bei Maçon, jezt reift dort kein Muskatwein mehr. Kaiſer Probus geſtattete nicht nur den Spaniern und Galliern, ſondern auch den Bewohnern Englands Wein zu bauen, und England hatte ſonſt der Weinberge mehrere. Aehnlich wie das Entwalden wirkt für die Aenderung der Sommer- und Winter-Temperaturen auch die Urbarmachung der Sümpfe, Brüche, Moore (Mooſe), das Trockenlegen der Seen ꝛc. In Nordamerika werden die Winter, ſeit es urbar gemacht worden, wärmer und die Sommer kühler, und das Vorherrſchen der Weſtwinde ſcheint ſich damit gleichmäßig mehr und mehr zu mindern. Paläſtina hingegen, das ſchon ſeit den älteſten Zeiten angebaut worden, hat eine dieſen Zeiten nahe gleiche Temperatur beibehalten, was ſich aus deſſen Datteln- und Wein-Bau ergibt. Datteln reiften daſelbſt ſchon zu Moſes Zeiten, Jericho hieß die Palmen-Stadt. Die Bibel, Plinius, Theophraſt, Tacitus, Joſephus, Strabo u. m. A. gedenken der Palmenhaine Paläſtina's; am Ufer des Jordan aß man friſche und trockne Datteln, zog Honig aus ihnen und bereitete weinige Getränke daraus. Kanaan zeugte Trauben, an denen zwei Männer zu tragen hatten. Das Lauberhüttenfeſt wurde nach der Weinleſe gehalten. Datteln fordern aber zur völligen Reifung ihrer Früchte eine mittlere Jahreswärme von 21° — 25° C.; bei

Palermo (mittl. Temp. gleich 17° C.) wachſen Datteln, aber ohne reife Früchte zu bringen; ebenſo ſind die Datteln von Catania (18° — 19° C. m. W.) nicht genießbar, wohl aber die von Algier, deſſen mittlere jährliche Luftwärme 21° C. beträgt; das alte Jeruſalem hatte alſo mindeſtens eine Mittel-Temperatur von 21° C. Wein gibt in beträchtlich höheren als die oben S. 76 ff. angezeigten mittleren Luftwärmen zwar ſehr ſüße, aber keine zur Weingährung geeignete Beeren. Nach L. v. Buch iſt die ſüdlichſte Gränze des Weinſtocks die Inſel Ferro, deren jährliche mittlere Luftwärme 21° bis 22° C. nicht überſteigt; zu Cairo, deſſen mittlere Luftwärme volle 22° C. beträgt, hat man zwar Wein-Gärten, aber keine Wein-Berge, und zu Abouſcheer in Perſien, deſſen mittlere Jahreswärme 23° C. gleich kommt, zieht man, Niebuhr zufolge, nur in gegen die Sonne geſchützten Gräben Wein. Da Jeruſalem 2° weiter nördlich als Cairo liegt (zwei Breitengrade entſprechen in dem Klima jener Gegend einer Veränderung der mittl. Jahreswärme von 0°, 5 bis 0°, 75 C.) ſo hat es jezt ſehr wahrſcheinlich 22° C. weniger denn ½ bis ¾ Grad C., alſo 21°, 5 bis 21°, 25 C., mithin die zur Datteln-Reifung erforderliche Temperatur; die Weine, die man auf dem Wege der Gährung aus Trauben zog, behielten überſchüßigen der Weingährung nicht fähigen Zucker und waren daher ſüß (vergl. Apoſtelgeſchichte 2. v. 13). Die mittlere Jahreswärme Paläſtina's kann hienach nur wenig über 21° C. geweſen ſein, und wenn ſonſt die dortige Weinleſe in den Oktober fiel, ſo tritt ſie daſelbſt auch jezt noch Ende September oder Anfang Oktober ein, und ſcheint es hienach, als hätte die monatliche Mittelwärme Paläſtina's ſeit der Zerſtreuung des jüdiſchen Volkes durch Verwilderung des Landes eine Verrückung erlitten, ſo beſtätigt dieſes als Gegenſatz, was die oben erwähnten Weingegenden Frankreichs hinſichtlich des Einfluſſes der Sumpf-Austrocknung, Entwaldung u. ſ. w. lehrten. 5) Iſt aber, dem Vorhergehenden zufolge, die mittlere Jahreswärme der Länder keiner innerhalb langer Zeitdauer (z. B. für Paläſtina innerhalb 3300 Jahren) keiner merklichen Veränderung unterworfen, ſo kann auch die Sonne in derſelben Zeitdauer keine Aenderung ihres Leucht- und Wärme-Vermögens erlitten haben, und ſie iſt daher kein ſogenannter „veränderlicher" Fixſtern (vergl. m. Meteorologie I. 2. Abthl. S. 617) ſondern ein hinſichtlich ſeiner Hauptwirkungsverhältniſſe „unveränderlicher."*)

16) In Beziehung auf das oben S. 60 ff. erwähnte Herabdrücken des Gefrier- und des Verdichtungs-Punktes ſalziger Flüſſigkeiten ſoll, noch Despretz, a) der Gefrierpunkt bei reinem

*) Zur Ermittelung des Leucht- und Wärme-Vermögens der Sonne, ſowie überhaupt der neben und durch Licht-Entwickeln wärmenden Körper dienen die Photometer (Lichtmeſſer) und das von J. F. W. Herſchel erfundene Actiometer (Sonnenwärmungs-Meſſer).

Waſſer, Meerwaſſer und wäßrigen Salz-Löſungen ſehr veränderlich ſein, und ebenſo der Erſtarrungspunkt für Schwefel, Phosphor und Selen; b) ſollen Meerwaſſer und Salzlöſungen ein Größtes der Verdichtung (ein Dichtigkeits-Maximum) haben, das aber bei viel niederer Temperatur als beim Waſſer eintritt, und c) das Dichtigkeitsmaximum um ſo tiefer liegen, je tiefer der Gefrierpunkt fällt. Eine Kochſalzlöſung z. B. deren Gefrier- und Eis-Ausſcheidungs-Punkt bei — 4°,3 C. liege, habe ihr Dichtigkeits-Maximum bei — 16°,5 C., mithin 12° unter ihrem Gefrierpunkt. Erman dagegen fand: daß Kochſalz-Löſung von 1,027 Eigengewicht kein Maximum der Dichte hat, ſo lange es flüſſig iſt, und daß ſelbſt wenn ſich Eis darin bildet der flüſſige Theil ſtets und ſtark an Dichte zunehme; daß Salzwaſſer von 1,020 Eigengewicht ebenfalls kein Maximum erreiche, oder wenigſtens doch keins, was vom Gefrierpunkt der Löſung (gleich — 1°,25) merklich fernt; daß eine Kochſalz-Löſung von 1,010 Eigengewicht zwar ein Maximum erreiche, aber bei einer Temperatur die niederer iſt, als jene der größten Süß-Waſſer-Dichte (oben S. 60 Anm.); denn das Maximum ſolchen Salzwaſſers von 1,010 Eigengewicht entſpreche der Temperatur von + 1°,50 R., und das Hinabdrücken des bei größerem Zuſatz von Salz endlich gänzlich verſchwindenden Maximums, ſcheine (fügt Poggendorff hinzu; deſſen Annalen XII. 477 ff.) nichts weiter zu ſein, als ein bis in den Zuſtand der Feſtigkeit (Starrheit) hinabgerücktes Maximum, wie ſich dergleichen bei Roſes leichtflüſſigem Metallgemiſche (vergl. m. Grundzüge d. Phyſ. u. Chemie 2te Aufl. I. 171) zeigt. — Bei den älteren hieher gehörigen Verſuchen eines de Luc, Gr. Rumford und Marcet maaß man die Ausdehnung des Meerwaſſer's in Thermometer-Röhren; ſo bald aber in dem Behälter dieſer Vorrichtungen die Eis-Bildung begann, wirkten des Eiſes Ausdehnung und die andauernde Zuſammenziehung des annoch flüſſigen Theiles einander entgegen, was dann ein ſcheinbares Maximum (unter 0°) hervorgehen ließ. Erman's Verſuchen gemäß erfolgt die Zuſammenziehung von + 8° an bis — 3° R. hinab andauernd gleichförmig.

17) Nicht ſelten iſt es wichtig ſehr geringe Wärmeveränderungen genau zu beobachten. Beſſer, als die gewöhnlichen Luftthermometer (oben S. 53) eignen ſich hiezu Rumford's Mikrocalorimeter oder Thermoskop (ſ. m. Meteorologie II. 2. S. 127) und ſehr bequem Leslie's Differential-Thermometer, das auch die Benennung L.'ſches Photometer oder L.'ſches Hygrometer oder Pſychrometer erhält, wenn es, im erſteren Falle zur mittelbaren Beſtimmung der Lichtſtärke (und wenn es ſich hiebei vom Sonnenlichte handelt: auch der Durchſichtigkeit der Luft) im lezteren zur ebenfalls mittelbaren Feſtſetzung des Feuchtigkeits-Gehaltes der Luft in Anwendung gebracht wird; ſ. a. a. O. Es iſt dieſes Thermometer, ſeiner Haupteinrichtung und Wirkung nach, dem Pulsham-

Palermo (mittl. Temp. gleich 17° C.) wachſen Datteln, aber ohne reife Früchte zu bringen; ebenſo ſind die Datteln von Catania (18° — 19° C. m. W.) nicht genießbar, wohl aber die von Algier, deſſen mittlere jährliche Luftwärme 21° C. beträgt; das alte Jeruſalem hatte alſo mindeſtens eine Mittel-Temperatur von 21° C. Wein gibt in beträchtlich höheren als die oben S. 76 ff. angezeigten mittleren Luftwärmen zwar ſehr ſüße, aber keine zur Weingährung geeignete Beeren. Nach L. v. Buch iſt die ſüdlichſte Gränze des Weinſtocks die Inſel Ferro, deren jährliche mittlere Luftwärme 21° bis 22° C. nicht überſteigt; zu Cairo, deſſen mittlere Luftwärme volle 22° C. beträgt, hat man zwar Wein-Gärten, aber keine Wein-Berge, und zu Abouſcheer in Perſien, deſſen mittlere Jahreswärme 23° C. gleich kommt, zieht man, Niebuhr zufolge, nur in gegen die Sonne geſchüzten Gräben Wein. Da Jeruſalem 2° weiter nördlich als Cairo liegt (zwei Breitengrade entſprechen in dem Klima jener Gegend einer Veränderung der mittl. Jahreswärme von 0°, 5 bis 0°, 75 C.) ſo hat es jezt ſehr wahrſcheinlich 22° C. weniger denn ½ bis ¾ Grad C., alſo 21°, 5 bis 21°, 25 C., mithin die zur Datteln-Reifung erforderliche Temperatur; die Weine, die man auf dem Wege der Gährung aus Trauben zog, behielten überſchüßigen der Weingährung nicht fähigen Zucker und waren daher ſüß (vergl. Apoſtelgeſchichte 2. v. 13). Die mittlere Jahreswärme Paläſtina's kann hienach nur wenig über 21° C. geweſen ſein, und wenn ſonſt die dortige Weinleſe in den Oktober fiel, ſo tritt ſie daſelbſt auch jezt noch Ende September oder Anfang Oktober ein, und ſcheint es hienach, als hätte die monatliche Mittelwärme Paläſtina's ſeit der Zerſtreuung des jüdiſchen Volkes durch Verwilderung des Landes eine Verrückung erlitten, ſo beſtätigt dieſes als Gegenſaz, was die oben erwähnten Weingegenden Frankreichs hinſichtlich des Einfluſſes der Sumpf-Austrocknung, Entwaldung u. ſ. w. lehrten. 5) Iſt aber, dem Vorhergehenden zufolge, die mittlere Jahreswärme der Länder keiner innerhalb langer Zeitdauer (z. B. für Paläſtina innerhalb 3300 Jahren) keiner merklichen Veränderung unterworfen, ſo kann auch die Sonne in derſelben Zeitdauer keine Aenderung ihres Leucht- und Wärme-Vermögens erlitten haben, und ſie iſt daher kein ſogenannter „veränderlicher" Firſtern (vergl. m. Meteorologie I. 2. Abthl. S. 617) ſondern ein hinſichtlich ſeiner Hauptwirkungsverhältniſſe „unveränderlicher."*)

16) In Beziehung auf das oben S. 60 ff. erwähnte Herabdrücken des Gefrier- und des Verdichtungs-Punktes ſalziger Flüſſigkeiten ſoll, noch Despretz, a) der Gefrierpunkt bei reinem

*) Zur Ermittelung des Leucht- und Wärme-Vermögens der Sonne, ſowie überhaupt der neben und durch Licht-Entwickeln wärmenden Körper dienen die Photometer (Lichtmeſſer) und das von J. F. W. Herſchel erfundene Actiometer (Sonnenwärmungs-Meſſer).

Waſſer, Meerwaſſer und wäßrigen Salz-Löſungen ſehr veränderlich ſein, und ebenſo der Erſtarrungspunkt für Schwefel, Phosphor und Selen; b) ſollen Meerwaſſer und Salzlöſungen ein Größtes der Verdichtung (ein Dichtigkeits-Maximum) haben, das aber bei viel niederer Temperatur als beim Waſſer eintritt, und c) das Dichtigkeitsmaximum um ſo tiefer liegen, je tiefer der Gefrierpunkt fällt. Eine Kochſalzlöſung z. B. deren Gefrier- und Eis-Ausſcheidungs-Punkt bei — 4°,3 C. liege, habe ihr Dichtigkeits-Maximum bei — 16°,5 C., mithin 12° unter ihrem Gefrierpunkt. Erman dagegen fand: daß Kochſalz-Löſung von 1,027 Eigengewicht kein Maximum der Dichte hat, ſo lange es flüſſig iſt, und daß ſelbſt wenn ſich Eis darin bildet der flüſſige Theil ſtets und ſtark an Dichte zunehme; daß Salzwaſſer von 1,020 Eigengewicht ebenfalls kein Maximum erreiche, oder wenigſtens doch keins, was vom Gefrierpunkt der Löſung (gleich — 1°,25) merklich fernt; daß eine Kochſalz-Löſung von 1,010 Eigengewicht zwar ein Maximum erreiche, aber bei einer Temperatur die niederer iſt, als jene der größten Süß-Waſſer-Dichte (oben S. 60 Anm.); denn das Maximum ſolchen Salzwaſſers von 1,010 Eigengewicht entſpreche der Temperatur von + 1°,50 R., und das Hinabdrücken des bei größerem Zuſatz von Salz endlich gänzlich verſchwindenden Maximums, ſcheine (fügt Poggendorff hinzu; deſſen Annalen XII. 477 ff.) nichts weiter zu ſein, als ein bis in den Zuſtand der Feſtigkeit (Starrheit) hinabgerücktes Maximum, wie ſich dergleichen bei Roſes leichtflüſſigem Metallgemiſche (vergl. m. Grundzüge d. Phyſ. u. Chemie 2te Aufl. I. 171) zeigt. — Bei den älteren hieher gehörigen Verſuchen eines de Luc, Gr. Rumford und Marcet maaß man die Ausdehnung des Meerwaſſer's in Thermometer-Röhren; ſo bald aber in dem Behälter dieſer Vorrichtungen die Eis-Bildung begann, wirkten des Eiſes Ausdehnung und die andauernde Zuſammenziehung des annoch flüſſigen Theiles einander entgegen, was dann ein ſcheinbares Maximum (unter 0°) hervorgehen ließ. Erman's Verſuchen gemäß erfolgt die Zuſammenziehung von + 8° an bis — 3° R. hinab andauernd gleichförmig.

17) Nicht ſelten iſt es wichtig ſehr geringe Wärmeveränderungen genau zu beobachten. Beſſer, als die gewöhnlichen Luftthermometer (oben S. 53) eignen ſich hiezu Rumford's Mikrocalorimeter oder Thermoskop (ſ. m. Meteorologie II. 2. S. 127) und ſehr bequem Leslie's Differential-Thermometer, das auch die Benennung L.'ſches Photometer oder L.'ſches Hygrometer oder Pſychrometer erhält, wenn es, im erſteren Falle zur mittelbaren Beſtimmung der Lichtſtärke (und wenn es ſich hiebei vom Sonnenlichte handelt: auch der Durchſichtigkeit der Luft) im lezteren zur ebenfalls mittelbaren Feſtſetzung des Feuchtigkeits-Gehaltes der Luft in Anwendung gebracht wird; ſ. a. a. O. Es iſt dieſes Thermometer, ſeiner Haupteinrichtung und Wirkung nach, dem Pulsham-

mer (oben S. 61) ähnlich, nur daß hier die Glasröhre zweimal rechtwinklig, nach derſelben Richtung hin (wenn der mittlere ungebogene Theil horizontal oder nahe horizontal läuft: ſenkrecht aufwärts) gebogen erſcheint. Jedes dieſer ſenkrecht ſtehenden Röhrenenden ſtellt eine hohle Glaskugel dar, während der mittlere Röhrentheil, ſammt der Hälfte jedes ſenkrechten Theils mit durch etwas Cochenille roth gefärbter conc. Schwefelſäure gefüllt iſt, und beide ſenkrechte Theile mit gleichlaufend getheilten Scalen verſehen ſind. Ueber der rothen Flüſſigkeit, die eben ſo gut jede andere auffallende und hinreichend geſättigte Farbe darbieten könnte, befindet ſich in beiden Schenkeln und ebenſo in den zugehörigen hohlen Glaskugeln verdünnte Luft. Iſt nun die Ausdehnſamkeit dieſer Luft in beiden Kugeln gleich ſtark, d. h. iſt die Luft in beiden Schenkeln urſprünglich gleich ſehr verdünnt und ſpäterhin, vor dem Verſuche, gleich warm, ſo iſt ihr auch in beiden Schenkeln gegen die rothe Flüßigkeit gerichtete Druck gleich groß, wird ſie dagegen in einem der Schenkel mehr er- oder mehr ent-wärmt, als in dem andern, ſo wird ſie in ſolchem Schenkel im erſteren Falle mehr, im anderen Falle minder gegen die Flüſſigkeit drücken, als dieſe von der Luft des zweiten entgegengeſezten Schenkels her gedrückt wird, und die Flüſſigkeit wird dann in dem größeren Luftdruck darbietenden Schenkel ſinken, dagegen aber zugleich in dem entgegengeſezten Schenkel ſteigen, und kleinſte Unterſchiede der Anwärmung der einen oder der andern Kugel (z. B. wenn die eine derſelben gedunkelt oder geſchwärzt iſt: durch Beleuchten; wo dann das Inſtrument zum Photometer d. i. Lichtſtärke-Meſſer wird) oder der Wärmeminderung der einen oder der anderen (z. E. mittelſt Anfeuchtung ihrer hiezu mit Mouſelin überzogenen Außenfläche mit einer leichtverdampfbaren Flüſſigkeit, deren Verdampfen auf einen um die Kugel angebrachten Metallring entwärmend und die ganze Vorrichtung dann als Hygrometer oder Pſychrometer d. i. als Luftfeuchte-Meſſer wirkt; weil der alſo in Kühlung verſezte Ring um ſo eher außen mit Waſſerbläschen, Dunſt- oder Thau-Bläschen beſchlägt, je waſſerdampfreicher die Luft war, von der die Vorrichtung umfloſſen erſcheint) werden ſich auf ſolche Weiſe an der zugehörigen, hinreichend zahlreich abgetheilten Scale meſſen laſſen. Zur Herſtellung der Scale des Differential-Thermometers iſt vor allem erforderlich: deſſen Temperatur-Veränderungen mit dem gewöhnlichen Merkur-Thermometer in Uebereinſtimmung zu bringen. Körner (deſſen Anleitung zur Bearbeitung des Glaſes an der Lampe. Jena 1831. 8. S. 180 u. ff.) theilt hierüber Folgendes mit: Ich habe mir, zur Hervorbringung einer Temperaturdifferenz in den beiden Kugeln des Inſtruments, einen, an beiden Enden offenen, Cylinder machen laſſen, deſſen unteres Ende ich mit einem durchborten und aufgeſchnittenen Korke verſchließen konnte. Durch das Loch brachte ich die Röhren und eine der Kugeln des Differential-Thermometers ein,

und ſtellte zwiſchen den Cylinder und die zweite Kugel eine Anzahl Pappenſcheiben, um die Mittheilung der hervorgebrachten Temperatur-Veränderung und die Wirkung derſelben auf die zweite Kugel zu verhindern. Die Veränderung der Temperatur bewirkte ich, nach Beſchaffenheit der Umſtände mit warmem oder kaltem Waſſer, und beſtimmte dieſelbe mit einem ſehr empfindlichen Thermometer ſehr genau. Durch dieſes Mittel erhielt ich einen, auf Thermometergrade bezüglichen, Unterſchied des Standes der Flüſſigkeit, mit welcher das Inſtrument gefüllt war. Den Raum, der einem Centeſimalgrade entſprach, theilte ich in 10 Theile, welche durch Schätzung nochmals in 10 Theile getheilt werden konnten. Das Inſtrument gab, auf dieſe Art eingetheilt, 100 Grade oder 1/10000 Theil des Fundamental-Abſtandes an." — An den nach Leslie's Angabe gefertigten, ihrem Röhrentheile nach dem Buchſtaben U ähnlich gebogenen Differential-Thermometern befindet ſich nur an dem einen der Schenkel eine kleine elfenbeinerne, in 100 Grade getheilte Scale, und die Menge der durch Carmin gefärbten Schwefelſäure wird ſo gewählt, daß in der getheilten Röhre ihre obere Fläche dem mit 0 bezeichneten Punkte der Scale entſpricht. Die an dem mit der Scale verſehenen Röhren-Schenkel befindliche Kugel, wird die Focal-Kugel genannt. Da in allen Fällen wo beide Kugeln um gleichviel erwärmt oder abgekühlt werden, die Flüſſigkeit des Inſtruments in beiden Schenkeln gleiche Höhe behält, und da nur ein Höhenunterſchied derſelben eintreten kann, wenn nur auf eine der Kugeln (beim Gebrauche und um dieſen Unterſchied an der Scale meſſen zu können: auf die Focal-Kugel) erwärmend oder kühlend gewirkt wird, ſey es durch Stralungs-, Mittheilungs-, Bindungs- oder Leitungs-Wärme (ſ. oben S. 4 Bem. 4.; S. 7—8 Bem. 5.); ſo ergiebt ſich hieraus; daß dieſes Thermometer nur dazu dienen kann Temperatur-Aenderungen nachzuweiſen und zu meſſen: welche an, oder in, einzelnen Raumſtellen, oder in ſogenannten Raum-Punkten vor ſich gehen.

18) In Beziehung auf jene Verſchiedenheiten der Wärme möge, bevor die Beſchreibung einiger Beiſpiele den Gebrauch des Differential-Thermometers erläutert, Folgendes zur Verſtändigung über die ihnen ertheilten Benennungen hinreichen: a) Jeder von gaſigen Flüſſigkeiten umgebene Körper erregt, Falls ſeine Temperatur bemerklich von jener ſeiner gaſigen Umgebung abweicht, in derſelben: aus excentriſch bewegten Molekel (S. 7.) beſtehende Wärme-Wellen, die, hierin den Lichtwellen (S. 26 Anm.) ähnelnd, einander geradlinig folgen und daher Wärmeſtralen genannt werden. Je größer hiebei der Temperatur-Unterſchied des Körpers und des ihn umfließenden Gaſes iſt, und je geringere Dichte das Gas beſitzt, um ſo größer iſt die Beweglichkeit dieſer Wellen, um ſo ſchneller folgen ſie einander, um ſo weniger werden ſie auf ihrem Wege gedämpft, und um ſo mehr merkbar werden ſie mithin, z. B. für unſeren eige-

nen, von ihnen getroffenen Körper, oder für das ihre Wirkſamkeit meſſende, von ihnen beſtralte Thermometer. — Jene Naturforſcher, welche als Urſache der Wärme ein ſelbſtſtändiges Weſen, eine Urflüſſigkeit: den Wärmeſtoff gelten laſſen (S. 6 ff.), müſſen, wenn ſie die Wärme-Stralungs-Erſcheinungen genügend deuten wollen, dieſelben ebenfalls als Folge der Wellenbewegung der Molekel jener Urflüſſigkeit auffaſſen, während diejenigen, die den Wärmeſtoff aus harten kugligen Atomen beſtehen laſſen (a. a. O.) nicht nur das Stralungs-Verhältniß, ſondern auch alle übrigen Beziehungen der Wärme wohl beſchreiben, aber nicht auf genügende Gründe zurück zu führen vermögen. Obige Anſicht, der zufolge die ſtralende Wärme aus Molekel-Wellen beſteht, die, in Ausweitung begriffen, ſich von der Entſtehungsſtelle aus nach ſämmtlichen Umfangsſtellen mehr oder weniger ungehindert verbreiten, läßt ſich wie wir ſpäterhin wahrnehmen werden, leicht veranſchaulichen durch jene bekannten Kreiswellen, welche im Waſſer, oder überhauvt in tropfbaren Flüſſigkeiten z. B. durch Hinein-Schlagen oder Werfen hervorgehen, und findet in jenen Thatſachen, welche die Entwicklung, Verbreitung, Rückwerfung und Dämpfung der Schall-Wellen oder Schall-Stralen bezeichnen, ihre Verdeutlichung. Während aber die Wellen-Bewegung der Molekel das Phänomen der fühlbaren Wärme, und die der „Atome" das des Lichtes (S. 6.) bedingt, ſind beim Schalle die Molekel nur in ſo fern zur Wellenbewegung gebracht, als ſie Körperganzen ungetrennt angehören; oder, während das Licht aus dem Wellenſchlage der Atome und die Wärme aus dem der Molekel entſpringt (S. 23) geht der Schall aus jenem der kleinſten Körper (Molekel-Ganzen) hervor, und wie ſich die Größen dieſer Körper zu denen der Molekel und der Atome verhalten, ſo auch die Größen der Körperwellen zu denen der Molekel- und Atom-Wellen, und ebenſo auch ihre Geſchwindigkeiten; kennt man daher die Unterſchiede der Geſchwindigkeiten, die eine und dieſelbe Art von Materie (z. B. Luft) darbietet, wenn ſie als Medium des Schalles, der ſtralenden Wärme und des ſtralenden Lichtes in Bewegung geſezt erſcheint, oder, was daſſelbe ſagen will, kennt man den Unterſchied der Schall-, Stralwärme- und Licht-Geſchwindigkeit, ſo kennt man damit auch das Größenverhätniß der Schall-, Wärme- und Licht-Wellen, kann jedoch daraus nicht auf den Größen-Unterſchied kleinſter Körper, Molekel und Atome ſchließen, weil zur Wellenbildung nicht ein Körperchen, oder ein Molekel, oder ein Atom hinreicht, ſondern deren ſtets mehrere zugleich in Bewegung geſezt werden müſſen. b) Ein Körper, der innerhalb ſeiner gaſigen Umgebungen, in gegebener Zeit, weniger Wärmewellen erregt, als von einem anderen Körper durch daſſelbe Gas zu ihm gelangen, entſtralt Wärme von geringerer Spannung (Intenſität; Stärke) als er zugeſtralt erhält, und bietet, in Beziehung auf dieſen anderen Körper Kühle oder Kälte, oder ſogenannte Kälte-Stralen

oder ſtralende Kälte dar. Namentlich pflegt man dann dergleichen Stralen alſo zu bezeichnen, wenn ſie das von ihnen beſtralte Thermometer in ſeiner Temperatur herabſtimmen, während ſie ſelbſt durch die Wärmeſtralen des Thermometers in ihrer Temperatur erhöhet werden. Eis (z. B. ſehr merklich: Treibeis des nördlichen und des ſüdlichen Eismeeres) entſtralt Wärme von ſo geringer Stärke, daß man die von ihm erregten Wärmewellen, da ſie das Thermometer auf den Eispunkt bringen, mit demſelben Rechte Eiskälte-Stralen nennen kann, wie man überhaupt eiskalt nennt, was die Temperatur bis zum Gefrierpunkte hinabdrückt. Im gemeinen Leben hingegen pflegt man ſchon kühl zu heißen: was minder warm iſt, als unſer eigener Leib (oder vielmehr als das unſern Leib wärmende Blut) und kalt, was um mehrere Thermometergrade unter unſerer Bluttemperatur in Beziehung auf Temperatur-Sinn ſich fühlbar macht. Mehr wiſſenſchaftlich ſtreng ausgedrückt wäre es, wenn man durch den Ausdruck Wärmeſtralen Wärmewellen von einer Spannung bezeichnete, die hinreicht eiskalte Körper zu Graden über 0° C. zu erheben, Kälteſtralen hingegen ſolche Wärmewellen, die über 0° warme Körper bis zu 0° und darunter ſinken machen*). c) Dämpfung der Wärmewellen erfolgt überall, wo ſich der Stralwärme körperliche Anziehung entgegen ſezt, d. h. wo der excentriſchen Molekel-Bewegung concentriſche Bewegung entgegenwirkt, und wo ſich daher folgende drei Hauptfälle unterſcheiden laſſen: entweder 1) die concentriſche Bewegung von Grundkörperchen (Partikeln) oder Molekel-Ganzen aus, in welchem Falle ſie das erzeugt und mehr oder weniger ſichert, was man körperliche Anziehung im Allgemeinen nennt, was aber zugleich Flächenziehung mit einſchließt, und mithin

*) Jene, welche einen Wärmeſtoff annehmen, können zur Erläuterung hinzufügen: denkt man ſich eine Stralwärme-Menge, welche von einer Quadratlinie Fläche entwickelt wird und bei dieſer Anhäufung (Intenſität) das die Stralwärme auffangende Thermometer, durch Verſchlucken derſelben, um 100° C. geſteigert — auf 1000 Geviertlinien Fläche verbreitet, mithin bis zu ein Tauſendtel verdünnt (und daher um ebenſoviel in ſeiner Wirkſamkeit geſchwächt) ſo wird ſolche Stralwärme das Therometer nur noch um 1/10 Grad C. ſteigen machen, d. h. eine Wärme von ſo geringer Stärke zeigen, daß dieſe Stralen, mit denen der erſten einer Geviertlinie verglichen, kalt zu nennen ſind. Es verhalten ſich aber in Beziehung auf Stärke und Geſchwindigkeit ihrer (Wärme-) Wellen die Stralen der kalten Körper: wie ſich die Lichtſtralen dunkler Körper zu denen der hellen verhalten; die dunkelen, ſelbſt die ſchwarzen Körper werfen auch von dem ſie treffenden Lichte einen Theil zurück, aber einen ſo geringen: daß ſie ſcheinen, als verhielten ſie ſich zur Stralung gänzlich verneinend, oder, was daſſelbe ſagen will: als wirkten ſie auf die ſie berührenden Lichtwellen unbedingt und durchaus dämpfend. Sie werfen aber in der That Licht zurück, aber verglichen mit dem der hellen oder weißen Körper, Licht von ſehr verminderter Intenſität. Sie erzeugen daher auch förmliche Bilder; nämlich ſogenannte phyſiſche oder wirkliche, d. ſ. durch Zuſammenrücken der Bilder leuchtender Punkte zu leuchtenden Figuren innerhalb durchſichtiger Medien, z. B. innerhalb der Luft, entſtandene (und deshalb auch Luftbilder genannte), wie z. E. das Bild einer vollkommenen ſchwarzen Kugel im Brennraum des zweiten Hohlſpiegels, wenn zuvor in dem erſten Hohlſpiegel die Kugel aufgehängt worden war; vergl. m. Grundz. II. S. 221. Ueber die Ausdrücke Brennpunkt, Brennraum ꝛc. ſ. ebendaſelbſt und weiter unten.

Cohäſion und Adhäſion in ihrer Verbundenheit gewährt. In dieſem Falle nennt man den durch ſolche Bewegungs-Entgegnung entſtehenden Stralwärme-Verluſt: die Wärme-Verſchluckung oder Wärme-Abſorption und die Art wie hiebei gleichſam ein Theil der Wärme dem dämpfenden Körper übertragen wird: die Mittheilung der Wärme. Oder 2) ſie entſpringt aus der Gegenwirkung der Molekel-Bewegung und dieſes gewährt die Phänomene der Wärme-Leitung, oder endlich 3) ſie iſt das Erzeugniß der Gegenwirkung der Atome-Bewegung, und dieſes führt zur Wärme-Bindung. — Jeder Körper der Wärme verſchluckt, wird, in dem Maaße wie er ſolches leiſtet, in der Anziehung ſeiner Grundkörperchen geſchwächt, und mithin körperlich ausgedehnt, ohne daß ſolche Ausdehnung nothwendig Zuſtands-Wechſel (S. 52) zur Folge hätte. Je dichter die von Wärme durchſtralten, dem entſtralenden Körper an Fühlwärme nachſtehenden (kälteren) Gaſe ſind, um ſo mehr mindern ſie, Wärme verſchluckend, die Intenſität der Stralwärme; indeſſen iſt der auf ſolchem Wege entſtehende Stralwärme-Verluſt auch innerhalb der dichteſten Gaſe, ſofern ſie nur frei von Waſſerdunſt*) ſind, für mäßig lange Gasſtrecken kaum nachweisbar, wird es hingegen im hohen Grade, ſobald das Gas ſehr Dunſt-erfüllt erſcheint. In dieſem Falle geht nämlich die Wärme-Verſchluckung in Wärme-Bindung über. Jener Gas-Antheil, welcher an ſich (ohne etwa mit vorhandener Dünſte-Wirkung) Stralwärme verſchluckt, erleidet dadurch in Folge ſeiner Ausdehnung (S. 46 Anm. *): Minderung ſeiner Dichte (S. 44) und dient ſo dazu, durch Aufſchwellen ſeiner ſelbſt, Wärme in höhergelegenen Raumſtellen zu verſetzen; denn ſobald eine durch ſogenannte Wärmeverſchluckung angewärmte Materie eine kältere Materie berührt, theilt ſie derſelben im Verhältniß des Temperatur-Unterſchiedes beider Materien, ſo wie in dem ihrer Maſſen Wärme mit (vergl. hiemit das Geſetz der Bewegungs-Mittheilung; oben S. 36 und Anm. * daſelbſt)**), und ſo zwar um ſo ſchneller, je

*) Waſſerdunſt, und überhaupt Dunſt (oben S. 52 u. 56), beſteht aus geſchloſſenen Hohlbläschen, deren Hülle aus an ſich tropfbarem Waſſer oder überhaupt aus an ſich tropfbarer Materie zuſammengeſezt iſt, während ihr Inhalt gaſig und zwar entweder dampfig oder luftig erſcheint; im erſteren Falle, d. h. wenn der Inhalt hauptſächlich aus Dampf beſteht, heißt der Dunſt Nebel. Verſchieden vom Dunſte iſt der Rauch. Dieſer hat nämlich einen nicht gaſigen, an ſich meiſt gemengten, theils ſtarren theils tropfbaren Kern, den eine von ihm ſtark angezogene, leichte, gaſige Hülle umgiebt und trägt; vergl. m. Grundz. I. 120 u. m. Experimentalphyſik I. 50 ff. 115, 272 ff. Manche nennen auch den Dampf Dunſt und laſſen lezteren als, aus der Nebeneinanderſtellnng zweier verſchiedener Zuſtände entſtandenen Mittelzuſtand ſo wenig gelten wie den Rauch. Vergl. auch m. hieher gehörigen Bemerk. in Voigts Magaz. f. d. neueſt. Zuſtand der Naturk. IX. Weimar, 1805. 8.

**) Ungleiche Temperatur beſitzende, einander berührende Materien wirken ſo lange mit ihren ungleichen Wärmeſpannungen auf einander, bis dieſe durchgängig gleich erſcheinen. Jene welche einen Wärmeſtoff annehmen betrachten dieſe Temperatur-Ausgleichung als ein Vertheilen des in dem wärmeren Körper mehr angehäuſten Wärmeſtoffs zu dem minder warmen, und nehmen an: daß lezterer ſich dabei vollkommen

größer dabei die gegenſeitigen Berührungsflächen beider Materien hervortreten, d. h. im geraden Verhältniß ihrer Oberfläche.

---

leidend verhalte: indeſſen verhält es ſich in der Wirklichkeit hiemit zweifelsohne wie mit der Mittheilung der Bewegung von dem bewegten Körper an den minder bewegten oder an den ruhenden; auch hier iſt die Ein= und Gegenwirkung beider Körper wechſelſeitig. Vergl. S. 35 Bem. 2 ff. Ariſtoteles (ums Jahr der Welt 3664) nahm für Wärme und Feuer (Licht=Wärme) ein eigenes, ſeinen überaus kleinen Theilchen nach höchſt bewegliches, unter allen Elementen am wenigſten körperliches Element an, deſſen Eigenſchaften Vieles mit dem gemein haben, was ſpäterhin mit dem Namen Aether bezeichnet wurde, und im lezteren Falle, von mehreren heutigen Phyſikern, für die gemeinſchaftliche Quelle des Lichtes und der Wärme genommen wird, indem dieſelben vorausſetzen: daß dieſer allverbreitete Aether der Wellenbewegung fähig und Fortpflanzung des Lichtes, wie der Wärme, von leuchtenden wie von warmen Körpern aus, in deren Umgebungen nichts weiter ſey, als Forterzeugung der Aetherwellen durch Aetherwellen. Wo dieſes ungehindert geſchieht iſt der in den Körpern angehäufte Aether frei beweglich (z. B. in den durchſichtigen Materien; desgleichen in den leicht durchwärmbaren). Die erſte Wellenerregung ſelbſt werde dem in dunkeln und undurchſichtigen Körpern ruhenden Aether zu Theil: durch alle jene Urſachen welche Leuchten erzeugen, u. ſ. w. Vergl. m. Grundz. II. 208 u. 258. Stral=Wärme wird von einigen jener Phyſiker für verlangſamter Lichtwellengang, und Licht für beſchleunigte Wärmewellen=Bewegung erachtet, während andere: Wärme als das Erzeugniß der Wellenbewegung der Atome der wägbaren Materie, Licht hingegen als die des Aethers angeſehen wiſſen wollen; dabei vorausſetzend: daß eine dieſer Bewegungen die andere hervorrufen und mithin Aetherwellen Atomwellen, und Atomwellen Aetherwellen entſtehen machen können. (Hätten Licht und Wärme wirklich eine und dieſelbe Entſtehungs=Urſache, ſo iſt in der That nicht einzuſehen; warum z. B. die durchſichtigſten ſtarren oder tropfbaren Materien nicht zugleich die am leichteſten durchwärmbaren oder, mit der Schule zu ſprechen, die beſten Wärme=Leiter ſind; und doch gehören Diamant, Glas, Waſſer u. ſ. w. zu den ſchlechteſten Wärmeleitern.) Mit großer Beſtimmtheit hat Ampère neuerlich eine auf die Annahme des Aethers geſtüzte, der ſo eben angedeuteten ähnliche Hypotheſe über die Natur der Wärme, des Lichtes, der Atome, Molekel und Partikel (kleinſte Körper; Grundkörper; Molekelganze) aufgeſtellt; vergl. m. Grundz. II. 482 ff. A) Der Aether, als das Urgaſige und die Atome, als das Urſtarre ſind, dieſer Anſicht zufolge, die Elemente alles leiblich Beſtehenden. Atome mit Atomen, mittelſt der Wirkung der ihnen zukommenden Grundkräfte (oben S. 7 ff.) dergeſtalt zu Ganzen vereint, daß jedes einzelne Atom zwar, kraft ſeiner Repulſion beweglich bleibt, alle zugehörigen Atome aber, in Folge der Gegenwirkung beider Grundkräfte (der Repulſiv= und Attractiv=Kraft; von denen jedoch die erſtere bei der Annäherung eher zu und bei der Entfernung eher abnimmt als die leztere) in beharrlicher Gegenſtellung zum Ganzen vereint, bilden die Molekel, die, dieſer Gegenſtellung ihrer Atome wegen nothwendig ſtarr ſein und vieleckig begrenzt ſein müſſen, ſo daß jede Ecke wenigſtens ein Atom einnimmt. Verbindung der Molekel zu Molekelganzen (geſchloſſen: gemäß ihrer gegenſeitigen, im geraden Verhältniß der Maſſen und im verkehrten des Quadrats der Abſtände ſtehenden Anziehungen — vergl. oben S. 8 — und in Folge der Abſtoßung des zwiſchen gelagerten Aethers) gewährt die Partikel (oder Grundkörperchen), deren Schmelzung und Vergaſung lediglich aus der größeren gegenſeitigen Entfernung der zugehörigen Molekel, ſowie umgekehrt deren Erſtarrung aus der Vermehrung ihrer Annäherung hervorgeht (dann müßten aber ſtarre Materien durchgängig einen kleineren Raum einnehmen als tropfbare; was jedoch z. B. beim Waſſer nicht der Fall iſt) und die mechaniſch nur in Molekel, aber nicht in Atome getrennt werden können, was lediglich den chemiſchen Kräften vorbehalten iſt (dieſe chemiſchen Kräfte ſind aber A. zufolge, auch weiter nichts als beſondere Ausdrücke der Grundkräfte, warum daher nur ſie und nicht jede Vibration der Molekel dieſe in Atome zerfallen machen

d) Befände ſich ein warmer Körper in einer vollkommenen Leere, ſo würde er auch keine Wärmewellen um ſich herum erzeugen können

---

ſollen, und wie überhaupt Molekel beim Vibriren der einzelnen zugehörigen Atome fortbeſtehen können, iſt nicht klar). Tropſbare und Gaſe ſind neben einander befindliche, aber für ſich beſtehende und frei bewegliche Einzel-Molekel. In gleichem Volum eines jeden Gaſes iſt bei gleicher Temperatur und gleichem Druck dieſelbe Anzahl von Molekeln enthalten. B) Licht und Stral-Wärme ſind beide nur der Geſchwindigkeit nach von einander unterſchiedene Schwingungen; in erſteren iſt die Schnelligkeit und Intenſität (Spannung) der Vibrationen ſo groß geworden, daß ſie die ſogenannten Feuchtigkeiten des Auges durchdringen (ohne ſie zu erhitzen) während Stralwärme, entwickelt von Körpern welche ſo weit erhizt worden: daß ſie im Dunkeln leuchten, weder durch tropfbares, noch durch ſtarres Waſſer zu dringen vermag (ſ. oben). Erhitzung erzeugt zunächſt Schwingungen der Molekel, die ſich dann dem Aether mittheilen; umgekehrt verſtärkt der Einfluß der Bewegung des ſchon in Schwingung geſezten Aethers die ſchwachen Vibrationen langſam bewegter Molekel. (Hienach iſt die ſtralende Wärme der Körper von verſchiedenen Temperaturen nur durch das den Temperaturen entſprechende Geſchwindigkeits-Maaß unterſchieden, und es giebt ebenſoviele Wärmegeſchwindigkeiten als Temperatur-Unterſchiede. Nicht nur durch Aetherwellen, ſondern ebenſo auch durch: in der Gegenſtellung der Molekel-Atome (z. B. mittelſt chemiſcher Kräfte) hervorgegangene Abänderungen vermögen benachbarte, in Abſicht ihrer Atomenſtellung unverändert gebliebene Molekel in Schwingung zu ſetzen. C) Schall, Stralwärme und Licht unterſcheiden ſich außer den Geſchwindigkeits-Unterſchieden ihrer Vibrationen dadurch: daß bei erſteren es ſich nur von Schwingungen der Molekel, bei lezteren hingegen von Schwingungen der Atome (und, bei der Wärme wenigſtens wie — Ampère kurz zuvor ſelbſt zugeſteht — von denen der nicht zu Partikeln verbundenen Molekel) handelt; alle drei Phänomene weichen aber von der Wärme-Leitung dadurch ab, daß, während die Schall-, Licht- und Stralwärme-Schwingungen ſich durch Wellen fortpflanzen, welche den einmal berührten Theil des ſchwingenden Körpers vollkommen unbewegt zurücklaſſen, die Leitungswärme-Schwingungen ſich hingegen in den Körpern dergeſtalt nacheinander bilden: daß die Intenſitäten der der Wärmequelle am nächſten tretenden Vibrationen am größten, jene der entfernteren mit der Ferne mehr und mehr (aber nie bis zum Verſchwinden) abnehmend ſich verhalten, und die erſteren noch fortbeſtehen, während die lezteren zu Stande kommen, ſo daß alſo die berührten Körpertheile nicht unbewegt zurück bleiben, ſondern zu ſchwingen fortfahren, indeſſen die mehr entlegenen in Schwingung verſezt werden. Mit wiſſenſchaftlicher Beſtimmtheit ſtellte zuerſt Hunghens (ſ. oben S. 29 Anm.) in ſ. **Traité de la lumiere.** *Leide*, **1690. 4.** die Behauptung auf: daß das Licht in wirbelförmigen Bewegungen eines ausdehnſamen Urflüſſigen beſtehe, daß er (zuerſt) mit dem Namen Aether belegte. Newton beſtritt dieſe Annahme, indem er durch Verſuche geleitet, zu Folgerungen gelangte, welche an jene früheren Behauptungen des Epikur (um das Jahr der Welt 3900) erinnern: daß die Wärme in feurigen Ausflüſſen beſtehe; wiewohl Newton etwas Aehnliches nicht ſowohl für die Wärme, als vielmehr für das Licht geltend zu machen ſuchte; denn erſtere war er (in denen ſeiner **Optice.** Lodon, 1706. 4. beigefügten 18—21ten Fragen) nicht ungeneigt der Vibration einer elaſtiſchen Flüſſigkeit zuzuſchreiben, deren Schwingungen die Schallſchwingungen der Luft um 700000 mal an Geſchwindigkeit übertreffen, hierin Franz Baco von Verulam (geb. 1560 geſt. 1626) dem eigentlichen Veranlaſſer und Begründer der Experimentalphyſik (ſ. deſſen **De forma Calidi** in ſ. Opp. Amſt. 1655. 12.) und gewiſſermaaßen auch Decartes (oben S. 29 Anm.) beiſtimmend. Unter den Neueren vertheidigte beſonders und entwickelte ſtreng wiſſenſchaftlich L. Euler (in ſ. **Opuscul. varii argumenti.** *Berolin* **1746. 4.** S. 169 ff. u. **Lettres à une Princesse d'Allemagne à** *Mitau* **1770—1774. 8.** u. **Nouv. Edit. par M. de** *Condorcet* **et** *de la Croix*, **à** *Paris*, **1787. 8. T. I. L. 17—31**; überſ. von F. Kries. Leipz. 1793. 8. I.) die Hunghenſche Annahme. Nach Euler iſt der Aether 387361000 mal, alſo faſt 400 Millionen

und mithin in Beziehung auf Wärme-Bewegung nie zur Ruhe, d. h. nie zum gänzlichen Erkalten kommen; wie denn auch die Erfahrung lehrt,

---

mal dünner (feiner) als die atmoſphäriſche Luft. Die Geſchwindigkeit ſeiner Wellen-Folge übertrifft jene des Schalles (d. h. der Fortpflanzung deſſelben) in einer Luft von 0° C. ebenſo oft, als dieſe leztere Geſchwindigkeit von jener des Lichtes überboten wird. Während nämlich der *Schall* bei der erwähnten Temperatur ſich durch einen Luftſtreifen von 1022,2 Fuß fortpflanzt (welche Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit für jeden Grad C. um faſt 2 Fuß, nämlich um 1,926 Fuß wächſt) durchläuft das *Licht* in derſelben Zeit 41206 gewöhnliche Meilen oder ungefähr 941000000 Fuß; nach neueren Berechnungen: 45296 geogr. Meile oder — die geogr. Meile zu 3800 Toiſen und die Toiſe zu 6 pariſer Fuß, mithin zu 23800 par. Fuß gerechnet: 1032 Millionen und 748800 pariſ. Fuß. Es verhält ſich alſo die Geſchwindigkeit des *Lichtes* zu jener des *Schalles* bei + 4° C. nahe wie 1032748800 zu 1030 d. i. wie 1002668 zu 1 oder: die Geſchwindigkeit jener Aetherwellen, welche angeblich das Licht erzeugen iſt über eine Million mal größer, als jene der den Schall fortpflanzenden Luftwellen. Man hat übrigens häufig aus dieſer großen Geſchwindigkeit des Lichtes auf deſſen ungeheure Dünne (oder auf die außerordentlich große Feinheit des Aethers) geſchloſſen, ohngefähr wie folgt: wenn die Luft mit einer den Orkanen zukommenden Geſchindigkeit bewegt werden ſoll, ſo muß dieſe in der Sekunde 16 Toiſen betragen, die Bewegungsgröße (oben S. 9) alſo bewegter Luft, oder ihre mechaniſche Wirkungsgröße (ihr mechaniſches Moment) iſt gleich jenem Produkte, welches man erhält, wenn man zuvörderſt die Geſchwindigkeit mit ſich ſelber und dann das hieraus gewonnene Produkt mit der Maſſe (der Dichte) der gegenbewegten Luft multiplicirt. In ſolchem Maaße bewegte Luft entwurzelt die ſtärkſten Bäume, wie außerordentlich geringe muß daher die Dichte des Lichtes (oder des Aethers) ſein, da es mindeſtens eine Sekundengeſchwindigkeit von 152 Millionen Toiſen (912 Millionen Fuß), alſo eine 9½ Millionen mal größere als der Orkan hat und dennoch keine merkliche, mechaniſche Bewegung zu bewirken vermag. Hält man indeſſen mit *Euler* und vielen neueren Phyſikern das Licht für Wellen-Bewegung des Aethers, ſo iſt ſolche Vergleichung und mithin auch die daraus gezogene Folgerung nicht zuläſſig, ſondern vergleichbar iſt dann nur mit dem Lichte, in Beziehung auf Geſchwindigkeit, der Schall. Aber ſo wenig, wie die weit ſchnellere Schallbewegung der Luft deren mechaniſche Wirkſamkeit über die der Orkane erhebt, ſondern wie jene vielmehr unter dieſer ſehr merklich zurückbleibt, ſo auch die des Aethers, wenn man ſeine Wellen-Geſchwindigkeit mit jener ſeiner ſtrömenden Maſſe vergleichen könnte. Aber ſelbſt die ſchnellſte Schallwellenfolge, z. B. jene der höchſten Töne (des höchſten c gleich 16384 Schwingungen in einer Sekunde, oder ſtatt deſſen der äußerſten Grenze der Tonhöhe, gleich 32768 Schwingungen) leiſtet in mechaniſcher Hinſicht ſehr wenig, und kann ſich auch nicht entfernt vergleichen mit den Wirkungen der ſtrömenden Luft. — Die der Aether-Theorie zugethanen, unſerer Zeit angehörigen Phyſiker, z. B. *Ampère* (vergl. m. Grundz. der Phyſ. u. Chem. II. 482) geſtatten: daß der in Bewegung geſezte Aether nicht nur die Körpertheilchen in Bewegung zu ſetzen vermöge, ſondern auch von ihnen in Bewegung gebracht werden könne, geſtehen mithin dieſen Körpertheilchen eine Beweglichkeit zu, welche jener des Aethers gleichkommt; unter dieſen Umſtänden ſchien mir (a. a. O. und ebendaſelbſt S. 208, 258) die Annahme eines Aethers gänzlich überflüſſig, und die Beweglichkeit der Körpertheilchen ſelbſt ſchon zur Erhellung aller hieher gehörigen Licht- und Stralwärme-Phänome vollkommen hinreichend. „Während die Vibrationen des Schalles, des Lichtes und der Stralwärme ſich durch Wellen fortpflanzen, welche den einmal berührten Theil des ſchwingenden Körpers in völliger Ruhe zurücklaſſen, bilden die Wärmevibrationen *in den Körpern* (d. h. die Wärme-Mittheilungs- und Wärme-Leitungsſchwingungen) ſich allmählig nacheinander, und ſo: daß die Vibrationen jener Theile, welche der Wärmequelle näher liegen, die Vibrationen der entfernteren Theile ſtets an Intenſität übertreffen, um eine Größe, die zwar in der Wirklichkeit unaufhörlich abnimmt, mathematiſch geſprochen aber erſt nach einer unendlichen Zeit Null werden würde.“ A. a. O. S. 485 und S. 88 dieſer Anm.

d) Befände ſich ein warmer Körper in einer vollkommenen Leere, ſo würde er auch keine Wärmewellen um ſich herum erzeugen können

---

ſollen, und wie überhaupt Molekel beim Vibriren der einzelnen zugehörigen Atome fortbeſtehen können, iſt nicht klar). Tropfbare und Gaſe ſind neben einander befindliche, aber für ſich beſtehende und frei bewegliche Einzel-Molekel. In gleichem Volum eines jeden Gaſes iſt bei gleicher Temperatur und gleichem Druck dieſelbe Anzahl von Molekeln enthalten. B) Licht und Stral-Wärme ſind beide nur der Geſchwindigkeit nach von einander unterſchiedene Schwingungen; in erſteren iſt die Schnelligkeit und Intenſität (Spannung) der Vibrationen ſo groß geworden, daß ſie die ſogenannten Feuchtigkeiten des Auges durchdringen (ohne ſie zu erhitzen) während Stralwärme, entwickelt von Körpern welche ſo weit erhizt worden: daß ſie im Dunkeln leuchten, weder durch tropfbares, noch durch ſtarres Waſſer zu dringen vermag (ſ. oben). Erhitzung erzeugt zunächſt Schwingungen der Molekel, die ſich dann dem Aether mittheilen; umgekehrt verſtärkt der Einfluß der Bewegung des ſchon in Schwingung geſezten Aethers die ſchwachen Vibrationen langſam bewegter Molekel. (Hienach iſt die ſtralende Wärme der Körper von verſchiedenen Temperaturen nur durch das den Temperaturen entſprechende Geſchwindigkeits-Maaß unterſchieden, und es giebt ebenſoviele Wärmegeſchwindigkeiten als Temperatur-Unterſchiede. Nicht nur durch Aetherwellen, ſondern ebenſo auch durch: in der Gegenſtellung der Molekel-Atome (z. B. mittelſt chemiſcher Kräfte) hervorgegangene Abänderungen vermögen benachbarte, in Abſicht ihrer Atomenſtellung unverändert gebliebene Molekel in Schwingung zu ſetzen. C) Schall, Stralwärme und Licht unterſcheiden ſich außer den Geſchwindigkeits-Unterſchieden ihrer Vibrationen dadurch: daß bei erſteren es ſich nur von Schwingungen der Molekel, bei lezteren hingegen von Schwingungen der Atome (und, bei der Wärme wenigſtens wie — Ampère kurz zuvor ſelbſt zugeſteht — von denen der nicht zu Partikeln verbundenen Molekel) handelt; alle drei Phänomene weichen aber von der Wärme-Leitung dadurch ab, daß, während die Schall-, Licht- und Stralwärme-Schwingungen ſich durch Wellen fortpflanzen, welche den einmal berührten Theil des ſchwingenden Körpers vollkommen unbewegt zurücklaſſen, die Leitungswärme-Schwingungen ſich hingegen in den Körpern dergeſtalt nacheinander bilden: daß die Intenſitäten der der Wärmequelle am nächſten tretenden Vibrationen am größten, jene der entfernteren mit der Ferne mehr und mehr (aber nie bis zum Verſchwinden) abnehmend ſich verhalten, und die erſteren noch fortbeſtehen, während die lezteren zu Stande kommen, ſo daß alſo die berührten Körpertheile nicht unbewegt zurück bleiben, ſondern zu ſchwingen fortfahren, indeſſen die mehr entlegenen in Schwingung verſezt werden. Mit wiſſenſchaftlicher Beſtimmtheit ſtellte zuerſt Huyghens (ſ. oben S. 29 Anm.) in ſ. Traité de la lumiere. *Leide*, 1690. 4. die Behauptung auf: daß das Licht in wirbelförmigen Bewegungen eines ausdehnſamen Urflüſſigen beſtehe, daß er (zuerſt) mit dem Namen Aether belegte. Newton beſtritt dieſe Annahme, indem er durch Verſuche geleitet, zu Folgerungen gelangte, welche an jene früheren Behauptungen des Epikur (um das Jahr der Welt 3900) erinnern: daß die Wärme in feurigen Ausflüſſen beſtehe; wiewohl Newton etwas Aehnliches nicht ſowohl für die Wärme, als vielmehr für das Licht geltend zu machen ſuchte; denn erſtere war er (in denen ſeiner Optice. Lodon, 1706. 4. beigefügten 18—21ten Fragen) nicht ungeneigt der Vibration einer elaſtiſchen Flüſſigkeit zuzuſchreiben, deren Schwingungen die Schallſchwingungen der Luft um 700000 mal an Geſchwindigkeit übertreffen, hierin Franz Baco von Verulam (geb. 1560 geſt. 1626) dem eigentlichen Veranlaſſer und Begründer der Experimentalphyſik (ſ. deſſen De forma Calidi in ſ. Opp. Amſt. 1653. 12.) und gewiſſermaaßen auch Decartes (oben S. 29 Anm.) beiſtimmend. Unter den Neueren vertheidigte beſonders und entwickelte ſtreng wiſſenſchaftlich L. Euler (in ſ. Opuscul. varii argumenti. *Berolin* 1746. 4. S. 169 ff. u. Lettres à une Princesse d'Allemagne à *Mitau* 1770—1774. 8. u. Nouv. Edit. par M. de *Condorcet* et *de la Croix*, à *Paris*, 1787. 8. T. I. L. 17—31; überſ. von F. Kries. Leipz. 1793. 8. I.) die Huyghenſche Annahme. Nach Euler iſt der Aether 387361000 mal, alſo faſt 400 Millionen

und mithin in Beziehung auf Wärme-Bewegung nie zur Ruhe, d. h. nie zum gänzlichen Erkalten kommen; wie denn auch die Erfahrung lehrt,

---

mal dünner (feiner) als die atmoſphäriſche Luft. Die Geſchwindigkeit ſeiner Wellen-Folge übertrifft jene des Schalles (d. h. der Fortpflanzung deſſelben) in einer Luft von 0° C. ebenſo oft, als dieſe leztere Geſchwindigkeit von jener des Lichtes überboten wird. Während nämlich der Schall bei der erwähnten Temperatur ſich durch einen Luftſtreifen von 1022,2 Fuß fortpflanzt (welche Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit für jeden Grad C. um faſt 2 Fuß, nämlich um 1,926 Fuß wächſt) durchläuft das Licht in derſelben Zeit 41206 gewöhnliche Meilen oder ungefähr 941000000 Fuß; nach neueren Berechnungen: 45296 geogr. Meile oder — die geogr. Meile zu 3800 Toiſen und die Toiſe zu 6 pariſer Fuß, mithin zu 23800 par. Fuß gerechnet: 1032 Millionen und 748800 pariſ. Fuß. Es verhält ſich alſo die Geſchwindigkeit des Lichtes zu jener des Schalles bei + 4° C. nahe wie 1032748800 zu 1030 d. i. wie 1002668 zu 1 oder: die Geſchwindigkeit jener Aetherwellen, welche angeblich das Licht erzeugen iſt über eine Million mal größer, als jene der den Schall fortpflanzenden Luftwellen. Man hat übrigens häufig aus dieſer großen Geſchwindigkeit des Lichtes auf deſſen ungeheure Dünne (oder auf die außerordentlich große Feinheit des Aethers) geſchloſſen, ohngefähr wie folgt: wenn die Luft mit einer den Orkanen zukommenden Geſchindigkeit bewegt werden ſoll, ſo muß dieſe in der Sekunde 16 Toiſen betragen, die Bewegungsgröße (oben S. 9) alſo bewegter Luft, oder ihre mechaniſche Wirkungsgröße (ihr mechaniſches Moment) iſt gleich jenem Produkte, welches man erhält, wenn man zuvörderſt die Geſchwindigkeit mit ſich ſelber und dann das hieraus gewonnene Produkt mit der Maſſe (der Dichte) der gegenbewegten Luft multiplicirt. In ſolchem Maaße bewegte Luft entwurzelt die ſtärkſten Bäume, wie außerordentlich geringe muß daher die Dichte des Lichtes (oder des Aethers) ſein, da es mindeſtens eine Sekundengeſchwindigkeit von 152 Millionen Toiſen (912 Millionen Fuß), alſo eine 9½ Millionen mal größere als der Orkan hat und dennoch keine merkliche, mechaniſche Bewegung zu bewirken vermag. Hält man indeſſen mit Euler und vielen neueren Phyſikern das Licht für Wellen-Bewegung des Aethers, ſo iſt ſolche Vergleichung und mithin auch die daraus gezogene Folgerung nicht zuläſſig, ſondern vergleichbar iſt dann nur mit dem Lichte, in Beziehung auf Geſchwindigkeit, der Schall. Aber ſo wenig, wie die weit ſchnellere Schallbewegung der Luft deren mechaniſche Wirkſamkeit über die der Orkane erhebt, ſondern wie jene vielmehr unter dieſer ſehr merklich zurückbleibt, ſo auch die des Aethers, wenn man ſeine Wellen-Geſchwindigkeit mit jener ſeiner ſtrömenden Maſſe vergleichen könnte. Aber ſelbſt die ſchnellſte Schallwellenfolge, z. B. jene der höchſten Töne (des höchſten c gleich 16384 Schwingungen in einer Sekunde, oder ſtatt deſſen der äußerſten Grenze der Tonhöhe, gleich 32768 Schwingungen) leiſtet in mechaniſcher Hinſicht ſehr wenig, und kann ſich auch nicht entfernt vergleichen mit den Wirkungen der ſtrömenden Luft. — Die der Aether-Theorie zugethanen, unſerer Zeit angehörigen Phyſiker, z. B. Ampère (vergl. m. Grundz. der Phyſ. u. Chem. II. 482) geſtatten: daß der in Bewegung geſezte Aether nicht nur die Körpertheilchen in Bewegung zu ſetzen vermöge, ſondern auch von ihnen in Bewegung gebracht werden könne, geſtehen mithin dieſen Körpertheilchen eine Beweglichkeit zu, welche jener des Aethers gleichkommt; unter dieſen Umſtänden ſchien mir (a. a. O. und ebendaſelbſt S. 208, 258) die Annahme eines Aethers gänzlich überflüſſig, und die Beweglichkeit der Körpertheilchen ſelbſt ſchon zur Erhellung aller hieher gehörigen Licht- und Stralwärme-Phänome vollkommen hinreichend. „Während die Vibrationen des Schalles, des Lichtes und der Stralwärme ſich durch Wellen fortpflanzen, welche den einmal berührten Theil des ſchwingenden Körpers in völliger Ruhe zurücklaſſen, bilden die Wärmevibrationen in den Körpern (d. h. die Wärme-Mittheilungs- und Wärme-Leitungsſchwingungen) ſich allmählig nacheinander, und ſo: daß die Vibrationen jener Theile, welche der Wärmequelle näher liegen, die Vibrationen der entfernteren Theile ſtets an Intenſität übertreffen, um eine Größe, die zwar in der Wirklichkeit unaufhörlich abnimmt, mathematiſch geſprochen aber erſt nach einer unendlichen Zeit Null werden würde.“ A. a. O. S. 485 und S. 88 dieſer Anm.

daß kein Wärmeverluſt eintreten kann, wenn in den Umgebungen keine Subſtanz vorhanden iſt, welche Wärme aufzunehmen vermag. Da übrigens vermittelſt der überall vorhandenen Raumerfüllung, nothwendig auch alle Weltkörper gegenſeitig in Wärme-Austauſch ſtehen, ſo kann es auch nirgends einen in Abſicht auf Wärme durchaus ruhenden, d. i. abſolut kalten Raum geben; vergl. m. Arch. f. Chem. m. Meteor. VIII. S. 227—228. Wird die Temperatur des die Wärmeentſtralung geſtattenden Mediums andauernd unverändert erhalten, ſo erfolgt die Entſtralung nur ſehr langſam und der dadurch entſpringende Wärmeverluſt des Körpers verhält ſich, alles Uebrige gleich gedacht, wie die Dauer der während des Entſtralens verfloſſenen Zeiten; und hat das Medium gar andauernd dieſelbe Temperatur, wie der von ihm umfloſſene Körper, ſo iſt deſſen Wärmeentſtralung gleich Null; Fourier berechnet die Temperatur des Weltraums zu — 50° bis — 60° C. m. Arch. a. a. O. e) Mehrere Phyſiker geſtatten nur Wärme-Entſtralung, halten hingegen die Annahme von ſogenannter Kälte-Entſtralung, darum für unnöthig, weil man auch ohne dieſe Annahme die hieher gehörigen Erſcheinungen zu erklären vermöge. Wenn z. B. ein in dem Brennraume eines Hohlſpiegels ſchwebend gehaltenes Stück Eis ein Thermometer zum Fallen bringt, deſſen Kugel in dem Brennraume eines dem erſteren gleichen, ihm aber gegenüber aufgeſtellten zweiten Brennſpiegels ſich befindet, ſo erfolgt ſolch Sinken des Merkurs im Thermometer: weil die Thermometerkugel, während ſie die von ihr ausgehenden Wärmeſtralen von den neben dem Eiſe befindlichen, mit dem Thermometer gleich warmen Gegenſtänden wieder zurückerhält, ſie hingegen von Seiten des Eiſes im Verluſt bleibt; da dieſes als kälterer Körper keine Wärmeſtralen zurückſendet; und wenn es auch die von dem Thermometer empfangenen Stralen wieder zurückwirft, von dieſen doch nur ein kleiner Theil die Thermometerkugel wieder zu erreichen vermag. Da die meiſten dieſer, vom Thermometer auseinander gerichtet (divergent) ausgehenden Stralen vom Eiſe auch wiederum divergent zurückgeworfen werden, und dieſes den dadurch für das Thermometer entſtehenden Wärmeverluſt aus ſich ſelber nicht zu decken vermag, daß indeſſen von dem Eiſe ſelbſt aus, in Beziehung auf Temperatur-Aenderung, ſtralend gewirkt wird, dafür zeugt der Umſtand. Daß die Kälte, wenn der zweite Spiegel fehlt, vom erſten Spiegel an bis zum Eiſe hin etwas größer iſt, als ebenſo weit vom Eiſe abwärts, während hier hingegen ſehr bald, und für beträchtliche Fernen hinaus, die Kälte ſich nahe gleichförmig erhält; gerade ſo, wie es ſein müßte: wenn vom Eiſe aus divergente Kälteſtralen zum Spiegel fortgingen, von dieſem aber gleichlaufend (parallel) zurückgeworfen würden (und daher in dieſer Form zum zweiten Spiegel gelangend, von dieſem wieder zuſammengerichtet, d. i. convergent, zurückbewegt und ſo zum Kreuzen in dem Hauptbrennpunkt, oder vielmehr in dem Brennraum dieſes zweiten Spiegels gebracht würden; wo ſie dann, Falls

das Thermometer dort hinge, zu dieſem in Form von Wärmewellen von geringerer Spannung gelangten, als dieſes ſeiner Seits in ſeiner Umgebung hervorzurufen vermochte. f) Jede Materie die intenſivere Wärme empfängt, als ſie zurückwirken macht (als ſie zurück giebt) wird erhizt; da ſie aber binnen gegebener Zeit nur eine beſtimmte Anzahl von Wärmewellen in ſich aufzunehmen (oder eine beſtimmte Wärme-Menge zu empfangen) vermag, ſo muß für ſie eine gewiſſe Zeit erforderlich ſein, um einen beſtimmten Temperaturgrad zu erreichen, und iſt dabei nicht nur Maſſe (Gewicht) und Volum, ſondern auch die Artung (Zuſtand und chemiſche Beſchaffenheit) der Materie gleich, ſo wird die durch Mittheilung in ihr hervorzurufende Temperatur lediglich durch die Zeit und durch die Spannung der Wärmewellen (Intenſität des Wärmeſtoffs) bedingt werden. Da aber jede: Wärmewellen in ſich aufnehmende Materie auch wieder dergleichen entſendet, ſo iſt die ihr zu Theil werdende Erhitzung nur gleich dem Unterſchiede der Spannungen der bei ihr einkehrenden und von ihr ausgehenden Wärmewellen. Mithin iſt auch was Richmann durch mehrere Verſuche darthat (s. Nov. comment. petrop. T. I. S. 191 und Lamberts Pyrometrie oder vom Maaße des Feuers und der Wärme. Berlin, 1779. 4. §. 255 ff.) die Zu- oder Abnahme der Temperatur einer der Luft ausgeſezten Materie, wenn die Temperatur der Luft gleich bleibt, in gleichen Zeitdauern dem Unterſchiede der anfänglichen Temperaturen gleich. Hienach erfolgt alſo die Erwärmung oder Abkühlung einer Materie in einem Mittel von gleichbleibender Temperatur (wie Newton zuerſt zeigte; in deſſen Princip. philosoph. natur. L. III. Prop. VIII. Coroll. IV. edit. *Jarquier* et *le Soeur*. not. o und Lambert a. a. O. §. 258) in ſolchem Maaße: daß die Unterſchiede ihrer Wärme von jener des Mittels in gleichen einander folgenden Zeiten, eine geometriſche Reihe (z. B. fortſchreiten wie 2, 4, 8, 16 ff.) bilden, während die Zeiten der Erhitzung oder Abkühlung in einer arithmetiſchen Reihe (z. B. wie 1, 2, 3, 4) fortſchreiten; weshalb denn auch die Fortſchritte der Temperatur-Veränderung der Materie in jedem nächſtkommenden, dem nächſtvorhergehenden gleichen Zeittheilchen immer kleiner werden. Kraft und Richmann (a. a. O.) und ſpäterhin Biot (durch eigene Verſuche und unter Benützung der von Delaroche angeſtellten), desgleichen Graf Rumford und darauf Dülong und Petit prüften dieſes Geſetz, und fanden es im Weſentlichen beſtätigt; Leztere als ſie Körper in einer Guerike'ſchen Leere (in durch möglichſt weit getriebenes Auspumpen verdünnter Luft) erkalten ließen. Die Art des Fortſchreitens der Temperatur-Aenderung iſt hiebei in allen Medien die nämliche, und nur die abſolute Schnelligkeit ändert ſich. Sowohl bei der Stralung als bei der Mittheilung iſt dieſes Geſetz gültig, und nur wenn die Temperatur-Verſchiedenheit der auf einander wirkenden urſprünglich ungleich warmen Materien über 50° C. iſt, nimmt die Wärme der

daß kein Wärmeverluſt eintreten kann, wenn in den Umgebungen keine Subſtanz vorhanden iſt, welche Wärme aufzunehmen vermag. Da übrigens vermittelſt der überall vorhandenen Raumerfüllung, nothwendig auch alle Weltkörper gegenſeitig in Wärme-Austauſch ſtehen, ſo kann es auch nirgends einen in Abſicht auf Wärme durchaus ruhenden, d. i. abſolut kalten Raum geben; vergl. m. Arch. f. Chem. m. Meteor. VIII. S. 227—228. Wird die Temperatur des die Wärmeentſtralung geſtattenden Mediums andauernd unverändert erhalten, ſo erfolgt die Entſtralung nur ſehr langſam und der dadurch entſpringende Wärmeverluſt des Körpers verhält ſich, alles Uebrige gleich gedacht, wie die Dauer der während des Entſtralens verfloſſenen Zeiten; und hat das Medium gar andauernd dieſelbe Temperatur, wie der von ihm umfloſſene Körper, ſo iſt deſſen Wärmeentſtralung gleich Null; Fourier berechnet die Temperatur des Weltraums zu — 50° bis — 60° C. m. Arch. a. a. O. e) Mehrere Phyſiker geſtatten nur Wärme-Entſtralung, halten hingegen die Annahme von ſogenannter Kälte-Entſtralung, darum für unnöthig, weil man auch ohne dieſe Annahme die hieher gehörigen Erſcheinungen zu erklären vermöge. Wenn z. B. ein in dem Brennraume eines Hohlſpiegels ſchwebend gehaltenes Stück Eis ein Thermometer zum Fallen bringt, deſſen Kugel in dem Brennraume eines dem erſteren gleichen, ihm aber gegenüber aufgeſtellten zweiten Brennſpiegels ſich befindet, ſo erfolgt ſolch Sinken des Merkurs im Thermometer: weil die Thermometerkugel, während ſie die von ihr ausgehenden Wärmeſtralen von den neben dem Eiſe befindlichen, mit dem Thermometer gleich warmen Gegenſtänden wieder zurückerhält, ſie hingegen von Seiten des Eiſes im Verluſt bleibt; da dieſes als kälterer Körper keine Wärmeſtralen zurückſendet; und wenn es auch die von dem Thermometer empfangenen Stralen wieder zurückwirft, von dieſen doch nur ein kleiner Theil die Thermometerkugel wieder zu erreichen vermag. Da die meiſten dieſer, vom Thermometer auseinander gerichtet (divergent) ausgehenden Stralen vom Eiſe auch wiederum divergent zurückgeworfen werden, und dieſes den dadurch für das Thermometer entſtehenden Wärmeverluſt aus ſich ſelber nicht zu decken vermag, daß indeſſen von dem Eiſe ſelbſt aus, in Beziehung auf Temperatur-Aenderung, ſtralend gewirkt wird, dafür zeugt der Umſtand. Daß die Kälte, wenn der zweite Spiegel fehlt, vom erſten Spiegel an bis zum Eiſe hin etwas größer iſt, als ebenſo weit vom Eiſe abwärts, während hier hingegen ſehr bald, und für beträchtliche Fernen hinaus, die Kälte ſich nahe gleichförmig erhält; gerade ſo, wie es ſein müßte: wenn vom Eiſe aus divergente Kälteſtralen zum Spiegel fortgingen, von dieſem aber gleichlaufend (parallel) zurückgeworfen würden (und daher in dieſer Form zum zweiten Spiegel gelangend, von dieſem wieder zuſammengerichtet, d. i. convergent, zurückbewegt und ſo zum Kreuzen in dem Hauptbrennpunkt, oder vielmehr in dem Brennraum dieſes zweiten Spiegels gebracht würden; wo ſie dann, Falls

das Thermometer dort hinge, zu dieſem in Form von Wärmewellen von geringerer Spannung gelangten, als dieſes ſeiner Seits in ſeiner Umgebung hervorzurufen vermochte. f) Jede Materie die intenſivere Wärme empfängt, als ſie zurückwirken macht (als ſie zurück giebt) wird erhizt; da ſie aber binnen gegebener Zeit nur eine beſtimmte Anzahl von Wärmewellen in ſich aufzunehmen (oder eine beſtimmte Wärme-Menge zu empfangen) vermag, ſo muß für ſie eine gewiſſe Zeit erforderlich ſein, um einen beſtimmten Temperaturgrad zu erreichen, und iſt dabei nicht nur Maſſe (Gewicht) und Volum, ſondern auch die Artung (Zuſtand und chemiſche Beſchaffenheit) der Materie gleich, ſo wird die durch Mittheilung in ihr hervorzurufende Temperatur lediglich durch die Zeit und durch die Spannung der Wärmewellen (Intenſität des Wärmeſtoffs) bedingt werden. Da aber jede: Wärmewellen in ſich aufnehmende Materie auch wieder dergleichen entſendet, ſo iſt die ihr zu Theil werdende Erhitzung nur gleich dem Unterſchiede der Spannungen der bei ihr einkehrenden und von ihr ausgehenden Wärmewellen. Mithin iſt auch was Richmann durch mehrere Verſuche darthat (s. Nov. comment. petrop. T. I. S. 191 und Lamberts Pyrometrie oder vom Maaße des Feuers und der Wärme. Berlin, 1779. 4. §. 255 ff.) die Zu- oder Abnahme der Temperatur einer der Luft ausgeſezten Materie, wenn die Temperatur der Luft gleich bleibt, in gleichen Zeitdauern dem Unterſchiede der anfänglichen Temperaturen gleich. Hienach erfolgt alſo die Erwärmung oder Abkühlung einer Materie in einem Mittel von gleichbleibender Temperatur (wie Newton zuerſt zeigte; in deſſen Princip. philosoph. natur. L. III. Prop. VIII. Coroll. IV. edit. *Jarquier* et *le Soeur*. not. o und Lambert a. a. O. §. 258) in ſolchem Maaße: daß die Unterſchiede ihrer Wärme von jener des Mittels in gleichen einander folgenden Zeiten, eine geometriſche Reihe (z. B. fortſchreiten wie 2, 4, 8, 16 ff.) bilden, während die Zeiten der Erhitzung oder Abkühlung in einer arithmetiſchen Reihe (z. B. wie 1, 2, 3, 4) fortſchreiten; weshalb denn auch die Fortſchritte der Temperatur-Veränderung der Materie in jedem nächſtkommenden, dem nächſtvorhergehenden gleichen Zeittheilchen immer kleiner werden. Kraft und Richmann (a. a. O.) und ſpäterhin Biot (durch eigene Verſuche und unter Benützung der von Delaroche angeſtellten), desgleichen Graf Rumford und darauf Dülong und Petit prüften dieſes Geſetz, und fanden es im Weſentlichen beſtätigt; Leztere als ſie Körper in einer Guerike'ſchen Leere (in durch möglichſt weit getriebenes Auspumpen verdünnter Luft) erkalten ließen. Die Art des Fortſchreitens der Temperatur-Aenderung iſt hiebei in allen Medien die nämliche, und nur die abſolute Schnelligkeit ändert ſich. Sowohl bei der Stralung als bei der Mittheilung iſt dieſes Geſetz gültig, und nur wenn die Temperatur-Verſchiedenheit der auf einander wirkenden urſprünglich ungleich warmen Materien über 50° C. iſt, nimmt die Wärme der

heißeren Materie zu Gunſten der Erwärmung der kälteren weit ſchneller ab, als beider Temperatur-Ueberſchuß. Schon Martine hatte hierauf, gegen Richmann, Kraft und Newton*) aufmerkſam gemacht, und Erxleben hatte durch ſehr ſcharfe, ſpäterhin in Vergeſſenheit gerathene Beobachtungen gezeigt: daß man ſehr irren würde, wenn man auf höhere Temperaturen, wo die Progreſſion immer ſchneller wächſt, Newton's Geſetz ausdehnen wolle. Nichts deſto weniger ließ dieſes Geſetz Leslie (im Jahr 1804 und ſpäter) wieder gelten**), während Dalton (durch Verſuche) deſſen gänzliche Ungültigkeit für hohe Temperaturen nachwieß***), Laroche und in der Folge zum Theil auch Desprez dieſem Ergebniß beiſtimmten, jedoch ebenfalls ohne an die Stelle des verworfenen N.'ſchen Geſetzes ein neues, beſtimmtes zu ſetzen, was erſt in der Folge durch Dülong und Petit gelang, vergl. Schweigger's Journ. XXV. 304 ff. und 343 ff. Nur wenn die Erkaltung einer warmen oder heißen Materie in einem durchaus und gänzlich leeren Raume, und ohne allen Wärme-Erſatz ſtatt hätte, würde bei einer in arithmetiſcher Zahlenfolge (Progreſſion) wachſenden Temperatur die Erkaltungs-Geſchwindigkeit unaufgehalten in geometriſcher Progreſſion fortſchreiten, und mithin erſt in dieſem nur denkbaren aber in der Wirklichkeit unmöglichen Falle das Newton-Richmann'ſche Geſetz in ſeiner ganzen Strenge gültig ſein. Dülong und Petit aber fanden ſtatt deſſelben: daß die Wärmemengen, welche ein Gas für ſich allein, abgeſehen von der Ausſtralung, einem Körper (alſo durch deſſen Wärme-Mittheilung; ſ. oben S. 86) entzieht, in geometriſcher Progreſſion wachſen, wenn auch die Temperaturen dieſes Körpers in geometriſcher Progreſſion zunehmen†), und daß bei gleich-

*) Newton benuzte das von ihm zuerſt ausgeſprochene, dann von Kraft und Richmann für niedere 40° bis 50° C. nicht überſteigenden Temperaturen richtig befundene Geſetz zur Berechnung mehrerer, über die Thermometer-Scale hinausgehender Thermometer-Grade.

**) Vergl. Leslie's kurzer Inbegriff von Verſuchen und Inſtrumenten ꝛc. Aus dem Engl. von H. W. Brandes. Leipz. 1823. 8.

***) Dalton ſtellte in Folge obiger Wahrnehmung nicht ſowohl ein neues Geſetz, ſondern vielmehr dadurch eine Anwendung ſeiner Verſuchs-Ergebniſſe auf, daß er um Newton's Geſetz mit der Erfahrung in Einklang zu bringen, eine neue Thermometer-Scale erfand, die aber, da ſie in der Wirklichkeit nicht ſtatt habende gleichförmige Ausdehnung der Körper durch die Wärme vorausſezt, unbrauchbar iſt; vergl. oben S. 51 und m. Experimentalphyſik II. 557 ff.

†) Iſt der Exponent der erſteren Progreſſion 2, ſo hat die leztere den Exponenten 2,35 für jede Gasart. Das Erkaltungs-Vermögen eines Gaſes vermindert ſich nach geometriſcher Progreſſion, wenn auch ſeine Spannung (Ausdehnungs-Gewalt oder Dehnſamkeit) in geometriſcher Progreſſion abnimmt. Hat die erſte dieſer Progreſſionen den Exponenten 2, ſo iſt der Exponent der zweiten 1,366 für atmoſphäriſche Luft, 1,301 für das Hydrogengas (oben S. 7 Anm.) und 1,431 für das Carbonſäuregas (a. a. O.). — Jenen, welche ſich mit den Lehren von den Verhältniſſen, Proportionen ꝛc., ſey es durch mündlichen Unterricht oder durch Lehrbücher, noch nicht vertraut gemacht haben, bietet der Schluß dieſer Einleitung das Erforderliche dar.

bleibender Temperatur einer leeren Hülle die Erkaltungsgeſchwindigkeiten eines (von derſelben eingeſchloſſenen) Körpers abnehmen, wie die Glieder einer geometriſchen Reihe vermindert um eine beſtändige Zahl, während die Temperatur-Ueberſchüſſe eine arithmetiſche Reihe darſtellen. Der Exponent der geometriſchen Reihe iſt bei allen Körpern derſelbe und gleich 1,0077 für jeden Grad C. g) Was bei der an phyſiſch gemiſchte (durcheinander befindliche) Gaſe erfolgenden Wärme-Mittheilung der Wärme entgegen und damit auf dieſelbe dämpfend, zu wirken vermag, iſt die gegenſeitige Anziehung und daraus erwachſende Anhaftung (Adhäſion) der Gas-Theilchen-Flächen; indeſſen iſt ſolche Anziehungs-Aeußerung nur zwiſchen Dämpfen und Lüften (oben S. 17 Anm. und S. 37 Anm.), und auch hier vielleicht nur: inſoweit erſtere nicht frei von Dünſten waren (vergl. Volz's Verſuche mit deſſen Auraproskolleſimeter; m. Grundz. I. 222) beobachtet worden; je niederer die Temperatur ſolcher Gasgemiſche iſt, um ſo mehr werden ſie auf die ihnen mitgetheilte Wärme dämpfend wirken. — Je vollkommener man übrigens die innere Bewegung einer Flüſſigkeit verhindert, um ſo längere Zeit verſtreicht, bis die Flüſſigkeit die, von ihrer eigenen Temperatur abweichende, höhere oder niedere Temperatur iher Umgebung annimmt. Daher verbraucht z. B. trübes heißes Waſſer längere Zeit zum Abkühlen als kaltes, und in heißem Waſſer gelöſte Stärke (Kraftmehl, Amylon; m. Grundz. I. 372, 579) verzögert deſſen Abkühlung ſehr merklich. Aehnliches bewirken in heißen Mineralquellen (z. B. in jenen von Wiesbaden), die darin befindlichen Oscillarien (Oscillatorien; eine beſondere Klaſſe von Elementar-Organismen, die man weder zu den einfachſten Pflanzen — z. B. nicht zu den Conferven — noch zu den Infuſionsthieren ordnen darf, da ſie von beiden, in Abſicht auf Bau- und Bewegungsweiſe, ſehr weit fernen) und der in Folge ihrer Zerſtörung aus ihnen hervorgegangene Schleim und demſelben verwandten Bildungstheile*); indeſſen läßt ſich ſolche

*) Zur Erläuterung des Ausdruckes Bildungstheil mögen folgende Bemerkungen dienen.

a) So weit wir die Natur aus der Nähe kennen, kommt kein Grundſtoff in ihr völlig geſondert und vereinzelt, ſondern ſtets in Geſellſchaft mit einem oder dem anderen Grundſtoffe, oder auch mit mehreren derſelben räumlich verbunden vor; und obgleich die Geſteinforſcher manche Stoffe gediegen nennen, (z. B. gediegen Gold, Silber, Merkur, Schwefel u. ſ. w.), weil ſie in Form von Naturkörpern vorgefunden werden, die chemiſch rein, d. i. unvermiſcht und z. B. nur aus einem Grundſtoffe zu beſtehen ſcheinen, ſo lehrt doch deren nähere (chemiſche) Unterſuchung daß auch dieſen ſcheinbar vereinzelten Grundſtoffen: Spuren anderer Grundſtoffe beigegeben ſind; ſo wie denn auch ſelbſt der reine, waſſerklare Diamant (d. i. gediegenes Carbon oder gediegener Kohlenſtoff) in den Zwiſchenräumen ſeiner Kryſtalltheilchen, nicht nur Luft, ſondern nicht ſelten auch Flüſſigkeiten einſchließt, welche, wenn ſie in Menge aufgehäuft für ſich gegeben wären, tropfbar erſcheinen würden. Uebrigens bezeichnet der Ausdruck gediegen in der Geſteinkunde auch das Gegentheil von künſtlich, und wird in dieſem Sinne auch von einzelnen Erderzeugniſſen

Verzögerung der Mittheilungs-Wärme nur bei **hinreichend** gro-**ßen** Flüſſigkeits-Maſſen wahrnehmen *). **h) Die Dämpfbarkeit**

---

gebraucht, welche nicht **einen** Grundſtoff in überwiegender und andere Grundſtoffe in ſehr kleiner Menge und darum anſcheinend zufällig beigemiſcht enthalten, ſondern die aus entfernten oder lezten Beſtandtheilen (S. 5) zuſammengeſezt erſcheinen, von denen jeder einzelne in ſehr merkbarer Menge zugegen iſt; z. B. **gediegener Zinnober** (gediegener Merkurglanz, d. h. in der Erde und mithin ohne Zuthun des Menſchen, oder, wie man darum zu ſagen pflegt, nicht künſtlich erzeugter Merkur-Schwefel, oder **Merkur-Sulphurid**, oder „Merkur-Thionid;" d. i. mit Merkur durch chemiſche Anziehung verbundener Schwefel).

b) Wo in einem leiblich erfüllten Raumganzen die Grundſtoffe **mit einander** d. i. in einem und demſelben Raumumfange zugegen ſind, ſey dieſes urſprünglich durch chemiſche oder durch phyſiſche Miſchung (S. 36 Anm. und S. 22) bewirkt, erſcheint das Raumganze durch und durch **gleichartig**, wo hingegen verſchiedene Grundſtoff-Verbindungen **neben einander** in demſelben Naturkörper gelagert oder geſtellt erſcheinen, bietet deſſen Inneres, und nicht ſelten auch ſchon ſeine Außenfläche **ſichtbare Ungleichartigkeit** dar. Gleichartig iſt z. B. die **reine** (ſtaub- und dunſtfreie) **atmosphäriſche Luft**, und zwar in Folge phyſiſcher Miſchung (oder vielmehr: gemäß phyſiſcher Durcheinanderbewegung) und das **reine** keine trübenden Theilchen enthaltende **tropfbare Waſſer**, gemäß der chemiſchen Verbundenheit (oder des Chemiſch-Gemiſchtſeins) ſeiner Beſtandtheile: des **Oxygens** oder Sauerſtoffs und des **Hydrogen's** oder Waſſerſtoff's.

c) Einem Naturkörper der einzelne ungleichartige Verbindungen entweder durch deren Nebeneinander-Vorkommen, ſichtbar darbietet, oder, in Folge ihres Miteinander-Zugegenſeins, in ſich birgt, ſchreibt man außer den entfernten oder lezten Beſtandtheilen (S. 5) auch, und zwar zuvörderſt: nähere zu, und ſeine einzelnen ungleichartigen Verbindungen ſelbſt, dieſelben für ſich betrachtet, ſind dieſe **näheren Beſtandtheile**.

d) Die nähern Beſtandtheile, ſofern ſie organiſchen Leibern angehören oder ihnen entſtammen: **Bildungstheile** zu nennen, brachte ich vor mehreren Jahren in verſchiedenen m. Schriften (z. B. in m. Einleit. in d. neuere Chemie. **Halle** 1814. 8.) in Vorſchlag. Mehrere Chemiker billigten denſelben, andere behielten hingegen die ältere Benennungsweiſe bei. Dieſe lezteren fußten hiebei auf der — zwar nie ausgeſprochenen, jedoch aber ſtillſchweigend anerkannten Regel: die Eigenthümlichkeit jedes einzelnen, als ſolchen **chemiſch rein** dargeſtellten oder darſtellbaren näheren Beſtandtheils organiſcher Körper dadurch anzuzeigen: daß man deſſen Namen die Sylbe **ſtoff** anhängt; z. B. ſtatt Eiweiß ſpricht man **Eiweißſtoff**, ſtatt Schleim **Schleimſtoff**, u. ſ. f. Allein abgeſehen davon, daß ſolche Beifügung der Sylbe **ſtoff** dem Geiſte unſerer (deutſchen) Sprache gemäß anzeigt: die dadurch bezeichnete Materie ſey das Entſtehung-Bedingende deſſen, was der Name ohne Beifügung jener Sylbe beſagt (z. B. Eiweißſtoff ſey die urſächliche Bedingung oder der Entſtehungsgrund des Eiweißes); eine Hinweiſung auf den Urſprung die jene Chemiker, welche ſolche Bezeichnungsweiſe in Gebrauch genommen wiſſen wollen, weder dabei im Sinne haben konnten noch durften, da ſie etwas vorausſezt: was in der Natur nicht begründet iſt, und da ſie, ſelbſt wenn es auch wirklich in derſelben begründet wäre, doch in chemikaliſchen Benennungen unzuläßig iſt, weil dieſe ſich, richtig und ſachgemäß gewählt, entweder nur auf chemiſche Hauptverhalten (alſo auf **erſte** Eigenſchaften) zu beziehen haben, oder weder dieſe noch irgend ein anderes (und z. B. auch kein geſchichtliches) Verhältniß anzudeuten beſtimmt ſind, und im lezteren Falle in Rückſicht auf die Chemie ſelbſt gänzliche Unabhängigkeit für ſich in Anſpruch neh-

---

*) Weshalb hauptſächlich ſie z. B. in hieher gehörigen Verſuchen verſchiedenen Naturforſchern entging, von mir jedoch wahrgenommen wurde. Vergl. m. Archiv f. d. geſ. Naturlehre XIII. 441. XIV. 66, 363 und XVIII. 489.

der Stralwärme (oben S. 83) hängt jedoch nicht nur von deren theilweiſen Uebergang in Mittheilungs- und Bindungs-Wärme, alſo nicht lediglich von dem Mittel (Medium) ab, durch welches ſie ſich fortpflanzt, ſondern auch von ihr ſelber, nämlich von ihrer eigenen Geſchwindigkeit; je mehr dieſe erhöhet iſt, um ſo weniger mindert ſich ihre Intenſität durch Dämpfung, um ſo weniger verkehrt ſie mit den Anziehungsgewalten des Mittels, durch das ſie ſtralt*). Die

---

men. Hiezu kommt nun noch: daß der Zuſatz-ſtoff an Grundſtoff erinnert und dadurch ſowohl rückſichtlich des Urſprungs als der Zuſammenſetzung nach auf eine gewiſſe Einfachheit hinweiſet, von der gerade bei dieſer Art von Grundſtoff-Verbindungen (nämlich bei den organiſchen) am wenigſten die Rede ſein kann, da ſie ſich vor den nur chemiſchen Verbindungen durch größere Mannigfaltigkeit und daraus entſpringender Wandelbarkeit und Zerſetzlichkeit auszeichnen. Außerdem aber wird kein Kundiger in Abrede ſtellen: daß die näheren Beſtandtheile der Lebweſen (ſelbſtthätigen d. i. nicht nur von Außen her zur Thätigkeit beſtimmbaren, ſondern zugleich auch ſich ſelbſt, von ihrem eigenen Innern heraus, zum Thun beſtimmenden leiblichen Einzelweſen; oben S. 11) d. h. der Organismen innerhalb derſelben durch Bilden zu Stande kommen und daß ſie, gebildet zu betrachten ſind als Theile eines — in Abſicht auf innere Thätigkeit in ſich mehr oder minder geſchloſſenen und dadurch verhältnißmäßig ſelbſtſtändigen Natur-Ganzen, oder Natur-Gebildes, dem zur Behauptung dieſer ſeiner Entwicklungs- und Vollendungs-Ganzheit jene Theile nothwendig und unerlaßlich ſind, und außer dieſen Theilen zur Darſtellung ſeiner Ganzheit ſo wenig eines dritten, außer ihm befindlichen bedarf, als ein in ſich vollendetes (und nur unter dieſer Bedingung ſchönes) Kunſtganze ein außer ihm befindliches Erzeugniß erfordert: um in ſeiner Schöne (d. i. in ſeiner Seins-Vollendung) erkannt und gewürdigt zu werden. — Es drückt mithin die Benennung Bildungstheil zugleich alles das aus, wodurch ſich die organiſche Verbundenheit der Grundſtoffe, ſowohl von den chemiſchen als von den phyſiſchen Verbindungen derſelben weſentlich unterſcheiden; denn, um vor der Hand unter Vielem, was hier zur Sprache gebracht werden könnte, nur auf eines hinzudeuten: die organiſchen Verbindungen ſind ſämmtlich mittelbare Erzeugniſſe und haben daher eine Geſchichte, die phyſiſchen ſowohl wie die rein chemiſchen hingegen gehen lediglich aus der Gegenwirkung der Grundſtoffe hervor und ermangeln dabei eines eigenen, leitenden, an ſich nicht materiellen Beſtimmungs-Grundes; vergl. einſtweilen a. a. O. und S. 10 ff. Ueber den Geſammt-Unterſchied der phyſiſchen, chemiſchen nnd organiſchen Anziehungen (denn Anziehungen ſind es die zur Verbundenheit führen) in der Folge.

*) Je ſchneller Wellen innerhalb einer Flüſſigkeit nach beſtimmten Richtungen hin ſich folgen, um ſo weniger ſtören ſie die Seitenlagerung der Flüſſigkeitstheilchen, d. h. um ſo mehr übereilen ſie die zur Seiten-Mittheilung erforderliche Zeit. Auf ähnliche Weiſe ſchlägt man durch ſchnell geführten Schlag mittelſt eines Hammers kleine Stücke von großen Steinen ab, ohne dieſe zur Seite hin merklich zu erſchüttern. — Boscowich — um dem Einwurfe zu begegnen, daß bei Annahme eines eigenen Lichtſtoffes die Durchſichtigkeit unerklärbar ſey (z. B. die der Luft) weil dieſes überall Poren vorausſetze und mithin für die raumerfüllende durchſichtige Materie ſelbſt keinen Raum übrig laſſe — nahm an: in den durchſichtigen Materien beſteht die Materie aus einzelnen freien, auf einander anziehend und abſtoßend wirkenden Punkten (unendlich kleine Grundweſen); ſobald die Geſchwindigkeit des Lichtes und ſein daraus erwachſendes Bewegungs-Vermögen größer iſt, als die abſtoßende Kraft der Punkte, ſtrömt es zwiſchen denſelben hindurch: ohne ſie ſelber in Bewegung zu ſetzen. — Die Annahmen von Huyghens und Euler über die Art: wie der Aether das Licht-Phänomen gewährt, weichen übrigens darin von einander ab: daß Erſterer die dazu erforderliche Bewegung in einzelnen, neben einander befindlichen Aether-Wirbeln beſtehen ließ (S. 88 Anm.), während der Leztere (a. a. O.) ſich dieſelben als aus

Geſchwindigkeit der Stralwärme nimmt aber zu mit der Höhe der Temperatur des Körpers, von dem ſie ausgeht, und währendz. B.

Wellen (ähnlich denen durch Schlag, Stoß oder dergleichen entſtandenen Waſſerwellen) beſtehend dachte. Es verhalten ſich, bemerkt E., die Schläge (Pulsus) des Aethers wie Wellen im Waſſer, die ſich nach allen Seiten hin verbreiten; ſo daß die Fortgangs-Richtungen den leuchtenden Punkt, wie die Halbmeſſer der Kugel ihren Mittelpunkt umgeben. Die Nacheinanderfolge (Succeſſion) der Schläge in gerader Linie gibt den Licht-*Stral* (oben S. 83). Dieſer iſt entweder *einfach*, wenn zwiſchen je zwei einander folgenden Pulſus „gleiche“ Zeit verſtreicht, oder *zuſammengeſezt*, wenn die Zwiſchenzeiten „ungleiche“ Dauer haben; lezteres iſt beim *Weißlicht*, erſteres bei den Farblichten oder ſogenannten einfachen *Farben* der Fall. Dieſe unterſcheiden ſich nach Maaßgabe der verſchiedenen Dauer ihrer gleichen Zwiſchenzeiten von einander, und je *kürzer* dieſe Zwiſchenzeiten, *um ſo weniger brechbar* (ſ. m. Grundz. II. 225, 252, 262, 268) und umgekehrt je *länger* ſie andauern (alſo je langſamer die Pulſus einander folgen) *um ſo mehr* brechbar iſt das Farblicht; über *Brechung* ſ. w. u. Beim *Rothlicht* ſey die Zwiſchendauer zwiſchen je zwei Pulſus am kürzeſten; beim *Violettlicht* am längſten; erſteres habe daher von allen Farblichten die größte Geſchwindigkeiten (und geringſte Brechbarkeit) leztere die geringſte (und die größte Brechbarkeit). Im *Weißlichte* kommen Aetherwellen von den ungleichen Geſchwindigkeiten wie ſie in ſämmtlichen Farblichten gegeben ſind: *nebeneinander* vor, und heben durch dieſes ihr *Miteinander* in's *Auge* und zur Netzhaut auf dieſelben Punkte ſtatthabendes *Eintreffen*, in Beziehung auf Nerven-Bewegung, in ſolchem Maaße ihre verſchiedenartige Wirkſamkeit auf, daß dem Augennerven nur eine aus allen Farbwellen vermittelte Erhellungs-Bewegung verbleibt. — Indeſſen läßt ſich, nach derſelben Grundanſicht, die *Verſchiedenheit der Farben* auch durch die Annahme von *ungleichen Längen* der zu ihnen gehörigen *Wellen* und damit verbuudener *Ungleichheit der Wellenform* ableiten, und leztere als den Hauptgrnnd für die Eigenthümlichkeit jeder einzelnen Farbenart betrachten. Mehr hierüber bei der ſpäter vorkommenden Zuſammenſtellung der Geſetze des *Lichtes* und der *Farben*. *Newton* nahm ebenſo viele verſchiedene Licht-Arten an, als im Regenbogenlichte Hauptfarben neben einander, vorkommen-deren Zahl N. auf *ſieben* ſezte (Roth, Orange, Gelb, Grün, Hellblau, Dunkel, blau und Violett), der Zahl 7 zu Liebe; denn deutlich unterſcheiden laſſen ſich im Regenbogen nur 6 Hauptfarben, die er als mechaniſch neben einander befindliche Beſtandtheile des Weißlicht betrachtete, weil, wenn man ſie in einen Pnnkt zuſammentreffen läßt, ſie ſich gleichſam gegenſeitig aufheben und nur das Hellſein, d. i. das Weißlicht für das gegen ſolchen Punkt gerichtete Auge übrig laſſen, oder vereint vermitteln. Daß leztere Folgerung die größere Wahrſcheinlichkeit für ſich habe ging daraus hervor: daß die in einem Punkte zuſammentreffenden Hauptfarben-Stralen jenſeits des Zuſammentreffungs-Raumes in ihren urſprünglichen Richtungen mit derſelben Farbe fortgehen, die ſie darboten: bevor ſie in jenem Punkte zuſammentrafen. Da übrigens ſchon Rothlicht-, Gelblicht- und Blaulicht-Stralen beim gegenſeitigen Kreuzen im Kreuzungspunkte, im gehörigen Verhältniß zuſammentreffend, Weißlicht geben, und da Orange aus Roth und Gelb, Grün aus Gelb und Blau, und Violett aus Blau und Roth hervorgebracht werden können, ſo nehmen neuere Phyſiker aus dieſen und anderen Gründen (m. Grundz. II. 453) nur *drei* Hauptfarben: *Roth*, *Gelb*, und *Blau* an, hierin den Malern folgend, die nie mehr als drei Grund- oder Haupt-Farben gelten ließen, weil ſie alle übrigen Farben durch Vermiſchung von je zweien der genannten drei zu erzeugen vermögen. Ein dem Regenbogen ähnliches Farbenbild kann man im finſtern Zimmer mittelſt eines Glaskegel's hervorbringen, in deſſen Spitze man das Sonnenlicht durch ein enges Fenſterladen-Loch einſtralen läßt, und eine gleiche Farbenfolge darbietendes Farbenbild (Spectrum) erhält man auch, wenn man hiebei ſtatt des Glaskegels ein dreiſeitiges Glasprisma wählt; die demſelben gegenüber ſtehende Wand zeigt dann das prismatiſche (Regenbogen-) Farbenbild, deſſen einzelne Farbſtralen in ſolchem Zimmer leicht unterſchieden und mit-

die Stralwärme eines mit heißem Waſſer gefüllten irdenen, außen unglaſurten Hafens (Topfes) das Eis einer 2 bis 3 Fuß *tiefer* befindlichen ſogenannten gefrornen Fenſterſcheibe, von oben herab, die Luft hindurch, nach und nach ſchmilzt, läßt es jene einer ebenſoweit davon entfernten hellbrennenden Kerze nicht nur ungeſchmolzen, ſondern pflanzt ſich durch daſſelbe hindurch z. B. zu einem außenhängenden Thermometer fort und bringt dieſes, zumal wenn deſſen Kugel gefärbten Weingeiſt enthält, zum Steigen. Je lichtreicher, d. h. von *je mehr Licht begleitet* die Stralwärme, und je *höher* die *Temperatur*, um ſo *größer* iſt ihre *Geſchwindigkeit* und um ſo *geringer* mithin ihre *Dämpfbarkeit*; woraus dann weiter folgt: daß Licht- und Temperatur-Erhöhung, indem ſie ſich in Beziehung der Geſchwindigkeits-Vermehrung der Stralwärme wechſelſeitig zu vertreten vermögen, ſie an dieſer Wärme auch Gleiches bewirken, nämlich *Vermehrung ihrer Spannung*. Wirken aber zwei an ſich nicht durchgängig gleiche Urſachen dennoch Gleiches *), ſo muß ihnen, abgeſehen von dem Verſchiedenartigen, was ſie darbieten, *Etwas* gemein ſein (in der einen wie in der anderen Urſache mit begriffen ſein), das ſchon für ſich — hinſichtlich der Stralwärme: Spannung erhöhend — zu wirken vermögte, wenn es von jenem Verſchiedenartigen geſondert wäre, welchem Licht und Hitze (hohe Temperatur) ihre Beſondernheit verdanken; dieſes dem Lichte und der Hitze gemeinſchaftliche Etwas iſt höchſt wahrſcheinlich die beiden Bewegungsformen zukommende große Bewegungs-Beſchleunigung, und es iſt in dieſer Beziehung für die Wärmewellen der Stralwärme, wenn ſie von heißen Körpern ausgiengen, oder von Licht begleitet wurden, gerade ſo: als ob die Urſache ihres eigenen Werdens (das In-Wellenbewegung-Setzen) in ihnen entweder

---

telſt eines Brennglaſes oder eines Hohlſpiegels zur Kreuzung und Weißlicht-Punkt-Erzeugung gebracht werden können; a. a. O. S. 264.

*) *Newton's* Erklärungs-Regel: „*Gleiche Wirkungen von gleichen Urſachen abzuleiten und von gleichen Wirkungen auf gleiche Urſachen zu ſchließen*," dient jedem Verſuche: den Zuſammenhang der Naturerſcheinungen begreiflich machen zu wollen, zur Richtſchnur und hat, auch ehe *Newton* ſie als Regel aufſtellte, zu allen früheren Zeiten gegolten, ſo lange die Natur auf dem Wege des Vergleichens ſtudiret worden iſt. Aber nicht immer iſt man dieſer Regel eingedenk: Man weiß z. B. ſehr wohl, daß die beiden Elektricitäten (das ſogenannte + E und — E) das Waſſer in ſeine Beſtandtheile, in Oxygen und Hydrogen, ſich polariſch (in Gegenpunkten) ſondern machen, d. h. daß ſie es zerſetzen, man weiß auch daß dieſes die einfachſte Bedingung iſt, unter der das Waſſer zerlegt wird, leitet aber häufig dennoch die übrigen Arten der Waſſer-Zerſetzung nicht von den Elektricitäten, ſondern von jenen Stoffen ab, welche in dieſen übrigen Arten den Träger der Elektricitäten darſtellen und von denen es ſogar in vielen Fällen vollkommen erwieſen iſt: daß ſie, wenn ſie Waſſer zur chemiſchen Polariſation (chemiſchen Zerſetzung) bringen, ſie ſolches bewirken, indem ſie ſelber als elektriſch-polariſche (mit + E geladene und dadurch — E hervorrufende, oder umgekehrt: mit — E beladene und dadurch + E erregende) Materien dem Waſſer, es berührend, gegenüber erſcheinen. Mehr hierüber in m. Grundz. I. 39, 128, 360 u. II. 24, 349.

gleich von vorn herein (wie ſolches bei der Hitze der Körper der Fall iſt) ſich verſtärkt, oder: nicht nur von vorn herein, ſondern auch nachgehends fortdauernd (nämlich: wenn Licht die Stralwärme geleitet) ſich erneuert hätte, und jene, welche einen Licht- und einen Wärmeſtoff gelten laſſen, können ſich das Wirken jenes Etwas vielleicht am leichtfaßlichſten veranſchaulichen, wenn ſie annehmen: es gehe hiebei zu, wie bei einem geworfenen Körper; iſt die Wurfkraft (Wurf-Bewegungsgröße) gleich anfänglich verſtärkt, ſo wird der Körper auch gleich von vorn herein mit größerer Geſchwindigkeit in Bewegung geſezt, und erneuert ſich dieſelbe für den Körper unterwegs (indem das an ſich höchſte Geſchwindigkeit beſitzende Licht entweder die langſamer bewegte Wärme ereilet und in ſeiner eigenen Richtung fortſtößt, oder ſie anziehend, mit ſich fortzieht), ſo wächst die Geſchwindigkeit der Wärmeſtralen auch ebenmäßig mit jedem Augenblicke der Beſchleunigung. Die Anhänger der Aether-Hypotheſe dürfen ſich nur der großen Ausdehnſamkeit (Elaſticität) des Aethers erinnern, um die Möglichkeit einer Wellen-Beſchleunigung erklärbar zu finden; zumal wenn ſie zugeſtehen: daß der Aether in ſehr dichten Materien (z. B. im Glaſe, im Gegenſatz der Dünne der Luft) angezogen, alſo auch mehr verdichtet*), damit aber auch mehr elaſtiſch geworden iſt. Nach Euler ſchwingt der Aether, ſofern er das Lichtphänomen gewährt 700000 mal ſchneller

*) Ausdehnſame Flüſſigkeiten, welche der Anziehung fähig erſcheinen, ſind damit auch zuſammenziehbar, d. i. verdichtbar, und es bewirkt in ſolchem Falle die anziehende Materie hinſichtlich der Minderung des räumlichen Umfanges der gaſigen (oben S. 56 Anm.) daſſelbe, was gegen die leztere gerichtete vermehrte Druckgewalt in derſelben zu Wege bringen würde; nämlich Zuſammendrängung ihrer Theilchen, d. i. Verdichtung; woraus denn weiter folgt: daß man die Größen der beſtimmte Verdichtungen bewirkenden Anziehungen wird meſſen können an den bekannten Größen der gleiche Verdichtungen erzwingenden Druckgewalten, was in allen Fällen: wo ein Meſſen der Anziehungs-Unterſchiede mehrerer, in gegenſeitiger Annäherungs- oder Vereinigungs-Beſtimmung befangener Materien unmittelbar nicht ſtatt haben kann, die Möglichkeit gewährt ſolches mittelbar (mittelſt der bekannten Druckgrößen) zu vollziehen. Z. B. 100 Maaß (Volum) Hydrogengas geben mit 50 Maaß Oxygengas durch chemiſche Anziehnng vereint 100 Maaß Waſſergas, und ebenſo 100 Maaß Azotgas (Stickgas) mit 50 Oxygengas: 100 Maaß Azotoxydulgas; die Größe der hiebei obwaltenden chemiſchen Anziehung iſt mithin einer Druckgewalt gleich, welche 150 Maaß Gas zu 100 Maaß verdichten würde. Ferner: jede tropfbare Flüſſigkeit kann als ein durch Zuſammendruck verdichtetes Gas betrachtet werden. Sind hiebei die Druckgrößen gleich (iſt z. B. der Zuſammendruck Folge des für verſchiedene, räumlich getrennte Tropfbare gleichen Drucks der Luft), ſo würden ſich die Anziehungsgrößen der gleichartigen Theilchen in verſchiedenen Tropfbaren (z. B. im Weingeiſt, Waſſer, in der Schwefelſäure, im Merkur oder Queckſilber) verhalten, wie die Dichten oder Eigengewichte dieſer Tropfbaren multiplicirt mit der ihre Tropfbarkeit bedingenden Druckgröße, Falls man annehmen dürfte: daß die lezten Theilchen, die Atome, an ſich alle gleich gewichtig (gleich ſchwer) ſeyen und daß ſie erſt durch ihre Vereinigung zu Molekeln: Materien von ungleicher Gewichtigkeit darſtellen; was in dieſem einſtweilen angenommenen Falle die Atome zu Molekeln vereinte, wäre die durch deren Dichte meßbare Anziehung, welche leztere ſelbſt wieder der urſprünglichen Eigenartung der Atome entſpräche.

als die den Schall fortpflanzende Luft; die Ausdehnſamkeiten jeder dieſer Flüſſigkeiten (des Aethers und der Luft) verhalten ſich aber wie ihre Wellengeſchwindigkeiten, multiplicirt mit ſich ſelber, oder wie das Quadrat dieſer Geſchwindigkeiten; die Elaſticität des Aethers iſt alſo, die Schallgeſchwindigkeit gleich 1 geſezt, 700000 mal 700000, d. i. 490000 Millionen mal größer als die der Luft, und ſezt man mit Anderen die Geſchwindigkeit des Lichtes 970000 mal größer als die des Schalles (und damit zugleich 10313 mal größer als die mittlere Umlaufsgeſchwindigkeit der Erde um die Sonne *), ſo iſt ſie gar 940900 Millionen mal ſtärker als die (Schall-

*) Zur leichteren Vergleichung und dadurch bedingten Bemeſſung mehrerer Verhältniſſe durchlaufener Bahnen zu verbrauchten Zeiten möge dienen — folgende Ueberſicht verſchiedener Geſchwindigkeiten, ausgedrückt in pariſer Fuß, in ganzen Zahlen und Decimalbrüchen derſelben:

Es durcheilet die Erde in ihrer Bahn in einer Secunde	94825′	par.
— — — ein Punkt des Erdäquator's bei'm täglichen Erdumſchwunge	1431,5	—
— — — eine 24pfündige Kanonenkugel in der erſten Sec.	2300	—
— — — — Büchſenkugel	1500	—
— — — — Brieftaube (60 Meilen in 2¾ Stunden) in einer Sec.	141	—
— — — ein Adler (15 Meilen in 1 Stunde) . .	95,2	—
— — — — Falke	71,3	—
— — — — Windhund (und ebenſo das engliſche Rennpferd Eclipſe, das mit jedem Sprunge über 19 Fuß wegſezte)	78	—
— — — — gutes Rennpferd	48,3	—
— — — — Rennthier vor dem Schlitten . .	25	—
— — — der Schnellläufer Farguharſon auf kurze Strecken	20,1	—
— — — ein Barutſchpferd	12	—
— — — — kamtſchadaliſcher Hund (270 engl. Meilen in 23 Stunden)	8	—
— — — ein mit ſtarker Mannes Hand geworfener Stein	60	—
— — — — Orkan, der Bäume entwurzelt und Häuſer umſtürzt	143	—
— — — — Orkan, gewöhnlicher	115	—
— — — — heftiger Sturm	96	—
— — — — Sturm	50	—
— — — — ſtarker Wind	28,5	—
— — — — lebhafter Wind	19	—
— — — — gelinder Wind	9,5 bis 10	—
— — — — Säuſeln	3 bis 5	—
— — — — eine Wolken; wie der zugehörige Wind und ebenſo der Waſſerſturz im Bagnithal	32	—
— — — — der Amazonenfluß	7,3	—
— — — — die Rhone	5	—
— — — im Mittel ein Fluß	3	—
Es durchſchleicht eine Schnecke in einer Sec. . . .	0,005	—

ſchwindigkeit und damit als die) mittlere Ausdehnſamkeit der Luft. i) Die Entdeckung der Stralwärme verdanken wir einem engliſchen Phyſiker des 17ten Jahrhunderts, dem Robert Hook, der im Jahr 1682 ſeine hieher gehörigen Verſuche bekannt machte, die aber, gleich der frühern, 1665 erfolgten Entdeckung des Oxygen (Sauerſtoff's) durch ihn (1665 in ſeiner Micrographia p. 103 und 1674 durch ſeinen Zeitgenoſſen und Landsmann Dr. Johann Mayow),

---

Es durchſchwang der große Komet von 1680 (der ſog. Whiſton'ſche) in ſeiner größten Sonnennähe in einer Sec. 72 Meilen (bewegte ſich alſo 565mal langſamer als das Licht, dagegen 18mal ſchneller als die Erde in ihrer Bahn und 9 mal geſchwinder als Merkur in der ſeinen); der große Komet von 1682 oder der ſog. Halley'ſche, den wir in dieſem Jahr (1835) wieder erwarten, bewegte ſich damals in ſeiner größten Sonnennähe 3608mal ſchneller, als in ſeiner Sonnenferne.

— hatte der große Komet von 1811 eine mittlere Geſchwindigkeit von 0,27 geogr. Meilen; die Stralungsgeſchwindigkeit ſeines Schweifes war den 11 und 13ten October faſt 12 geogr. Meilen in 1 Sec. Vergl. m. Hdb. d. Meteorol. II. 1. S. 559.

Nimmt man an, daß die mittlere Temperatur der ganzen Erdluft 38° C. gleichkommt, ſo iſt in Beziebung auf Luftwärme die mittlere Schallgeſchwindigkeit der geſammten Erdluft um 38mal 1,926 d. i. um 73,188 par. Fuß größer, als 1022,2 Fuß (oben S. 89) mithin in einer Secunde gleich 1095,388 par. Fuß. Dieſe Geſchwindigkeit verhält ſich zu jener der Erde in ihrer Bahn wie 1 zu 86,5694. — Bereits Galilei, und nach demſelben die Mitglieder der Akademie del Cimento zu Florenz, verſuchten die Geſchwindigkeit des Lichtes dadurch zu meſſen: daß ſie in gewiſſen Abſtänden verhüllte brennende Fackeln von einander aufſtellten und dieſelben in ein und demſelben Augenblicke aufdeckten; aber wie weit dieſe Flammen auch von einander fernten — nie gelang es: dabei auch nur den mindeſten Zeitunterſchied wahrzunehmen. Descartes folgerte aus dem Umſtande: daß ihm der Eintritt einer Sonnen- oder Mondfinſterniß, zwiſchen dem berechneten und dem wirklichen Anfang der Sichtbarkeit, keine Zwiſchenzeit wahrnehmen ließ: das Licht bewege ſich zeitlos, und dieſer Satz bildete einen weſentlichen Theil ſeiner Wirbel-Theorie; oben S. 88. Olof Römer, ein däniſcher Aſtronom, der ſich während der Jahre 1670 — 1675 in Paris aufhielt und hier unter anderem auf der dortigen Sternwarte, gemeinſchaftlich mit dem älteren Caſſini, die Verfinſterungen der Monde (Trabanten) des Planeten Jupiter beobachtete, fand hingegen, z. B. am 9. November 1676, daß der Austritt des erſten Jupiters-Trabanten aus dem Schatten ſeines Hauptkörpers (des Jupiter) um 10 Minuten ſpäter erfolgte, als es im Auguſt deſſelben Jahres, d. i. zu einer Zeit geſchehen war, da die Erde ſich dem Jupiter beträchtlich näher befand, als im November, und daß überhaupt dieſe Verſpätungen zunahmen: wie die Abſtände des Jupiters von der Erde wuchſen. Genauere Meſſungen ließen ſpäterhin die auf ſolchem Wege ausgemittelte Licht-Geſchwindigkeit für die Länge des Durchmeſſers der Erdbahn (der gleich iſt 47416 Halbmeſſern der Erdkugel; da der Durchmeſſer von einem Gegenpunkt des Erdäquators zum andern 1719 geographiſche Meilen beträgt, ſo iſt ein Halbmeſſer der Erde gleich 859,5 geogr. Meilen) auf 15 Minuten Zeit berechnen, was für eine Zeit-Secunde 53 Erdhalbmeſſern, oder genauer: 52,68444 . . . Erdhalbmeſſern, mithin 45296 Meilen, oder, die Meile zu 20000 Fuß gerechnet, 905920000 par. Fuß gleich kommt. — Die Geſchwindigkeit einer Kanonenkugel, welche in der erſten Secunde 2300 Fuß durcheilt, verhält ſich zu jener des Lichtes wie 1 zu 409013, und ein Aequatorpunkt der in einer Secunde 1431,5 Fuß durchſchwingt, verhält ſich zur Geſchwindigkeit der Erde in ihrer Bahn wie 1 zu 66,241.

nach ihm wieder ein Jahrhundert lang in Vergeſſenheit geriethen, bis Karl Wilhelm Scheele (geboren zu Stralſund 1742, geſt. 1786, alſo ein Deutſcher und kein Schwede, wofür er nicht nur bei Ausländern, ſondern auch in den Lehrbüchern deutſcher Phyſiker genommen wird; vergl. z. B. E. G. Fiſcher's Mech. Naturl. im Auszuge ꝛc. von Dr. E. F. Auguſt. Berlin 1829. 8. S. 118), ſie durch eigene Beobachtung und Nachdenken wieder ans Licht brachte (Phyſ. und Chem. Werke. Berlin 1793. 8.), ohne von den hieher gehörigen Arbeiten ſeiner Vorgänger zu wiſſen. Die belehrendſten Verſuche und Beobachtungen über die Stralwärme ſtellten ſpäter an: Pictet (Verſuch über das Feuer. Tübingen 1790. 8.) und Sauſſure d. ä. (Alpenreiſe. VI. §. 926.), Herſchel, Englefield, Wünſch, Ritter (Gilbert's Ann. VII. 137. X. 68. XII. 398. XXVI. 289.), dann aber hauptſächlich Gr. Rumford, Leslie (in deſſen Inquiry into the nature of heat. *London* 1804.), Delaroche in Genf (Journ. de Physique Vol. XXV. 201 etc.), W. Herſchel, Berard und Melloni, von denen der Leztere ein von Nobili erfundenes und Thermomultiplicator genanntes, als Differentialthermometer wirkendes Galvanometer oder Siderothermoskop, nach vorgängiger Verbeſſerung in Anwendung brachte; m. Grundz. II. 305 ff. und 404 ff.; Experimentalphyſik II. 597 und Arch. f. d. ges. Naturl. XXI. 358 ff. Es geht aus dieſen Verſuchen hervor: α) die Stralwärme erſcheint um ſo mehr beſchleunigt: je höher die Temperatur des Körpers iſt, der ſie um ſich herum verbreitet, und je mehr Licht zu gleicher Zeit von ihm entwickelt wird. In Delaroche's Verſuchen giengen Wärmeſtralen, welche von nur mäßig heißen Materien entſandt wurden, ſelbſt nicht durch das dünnſte Glas, und erſt wenn die Temperatur der Materien die Waſſerſiedhitze um ein Bedeutendes überſtieg, durcheilten ſie das Glas mit einer Minderung ihrer Wärmungsgröße (ihrer Intenſität), welche mit der Dicke des Glaſes im geraden Verhältniß ſtand, oder ſich verkehrt verhielt, wie die Dünne der Glasſchicht. Je dicker alſo das Glas war, um ſo weniger ließ es Stralwärme hindurch, aber um ſo mehr wurde es dabei ſelbſt erhizt, d. h. um ſo merklicher wirkte es auf die eintretende Stralwärme dämpfend. — Lichtreiche Stralwärme wurde beim Durchgange im Verhältniß ihrer Lichtfülle weniger gedämpft, als dunkle, und Stralwärme, die bereits durch Glas gegangen war, erlitt beim nächſten Durchgange durch eine zweite Glastafel eine weit geringere Minderung ihrer Intenſität, als in der erſten Glastafel; β) je dunkeler und je weniger glatt die Stralwärme empfangenden Körper-Oberflächen ſind, um ſo mehr wirken ſie auf dieſe Stralwärme dämpfend; je größer hingegen ihre Glätte und ihre Helligkeit: um ſo mehr und um ſo gleichförmiger werfen ſie die Wärmeſtralen zurück, und während

ſchwindigkeit und damit als die) mittlere Ausdehnſamkeit der Luft. i) Die Entdeckung der Stralwärme verdanken wir einem engliſchen Phyſiker des 17ten Jahrhunderts, dem Robert Hook, der im Jahr 1682 ſeine hieher gehörigen Verſuche bekannt machte, die aber, gleich der frühern, 1665 erfolgten Entdeckung des Oxygen (Sauerſtoff's) durch ihn (1665 in ſeiner Micrographia p. 103 und 1674 durch ſeinen Zeitgenoſſen und Landsmann Dr. Johann Mayow),

---

Es durchſchwang der große Komet von 1680 (der ſog. Whiſton'ſche) in ſeiner größten Sonnennähe in einer Sec. 72 Meilen (bewegte ſich alſo 565mal langſamer als das Licht, dagegen 18 mal ſchneller als die Erde in ihrer Bahn und 9 mal geſchwinder als Merkur in der ſeinen); der große Komet von 1682 oder der ſog. Halley'ſche, den wir in dieſem Jahr (1835) wieder erwarten, bewegte ſich damals in ſeiner größten Sonnennähe 3608 mal ſchneller, als in ſeiner Sonnenferne.

— hatte der große Komet von 1811 eine mittlere Geſchwindigkeit von 0,27 geogr. Meilen; die Stralungsgeſchwindigkeit ſeines Schweifes war den 11 und 13ten October faſt 12 geogr. Meilen in 1 Sec. Vergl. m. Hdb. d. Meteorol. II. 1. S. 559.

Nimmt man an, daß die mittlere Temperatur der ganzen Erdluft 38° C. gleichkommt, ſo iſt in Beziehung auf Luftwärme die mittlere Schallgeſchwindigkeit der geſammten Erdluft um 38 mal 1,926 d. i. um 73,188 par. Fuß größer, als 1022,2 Fuß (oben S. 89) mithin in einer Secunde gleich 1095,388 par. Fuß. Dieſe Geſchwindigkeit verhält ſich zu jener der Erde in ihrer Bahn wie 1 zu 86,5694. — Bereits Galilei, und nach demſelben die Mitglieder der Akademie del Cimento zu Florenz, verſuchten die Geſchwindigkeit des Lichtes dadurch zu meſſen: daß ſie in gewiſſen Abſtänden verhüllte brennende Fackeln von einander aufſtellten und dieſelben in ein und demſelben Augenblicke aufdeckten; aber wie weit dieſe Flammen auch von einander fernten — nie gelang es: dabei auch nur den mindeſten Zeitunterſchied wahrzunehmen. Descartes folgerte aus dem Umſtande: daß ihm der Eintritt einer Sonnen- oder Mondfinſterniß, zwiſchen dem berechneten und dem wirklichen Anfang der Sichtbarkeit, keine Zwiſchenzeit wahrnehmen ließ: das Licht bewege ſich zeitlos, und dieſer Satz bildete einen weſentlichen Theil ſeiner Wirbel-Theorie; oben S. 88. Olof Römer, ein däniſcher Aſtronom, der ſich während der Jahre 1670 — 1675 in Paris aufhielt und hier unter anderem auf der dortigen Sternwarte, gemeinſchaftlich mit dem älteren Caſſini, die Verfinſterungen der Monde (Trabanten) des Planeten Jupiter beobachtete, fand hingegen, z. B. am 9. November 1676, daß der Austritt des erſten Jupiters-Trabanten aus dem Schatten ſeines Hauptkörpers (des Jupiter) um 10 Minuten ſpäter erfolgte, als es im Auguſt deſſelben Jahres, d. i. zu einer Zeit geſchehen war, da die Erde ſich dem Jupiter beträchtlich näher befand, als im November, und daß überhaupt dieſe Verſpätungen zunahmen: wie die Abſtände des Jupiters von der Erde wuchſen. Genauere Meſſungen ließen ſpäterhin die auf ſolchem Wege ausgemittelte Licht-Geſchwindigkeit für die Länge des Durchmeſſers der Erdbahn (der gleich iſt 47416 Halbmeſſern der Erdkugel; da der Durchmeſſer von einem Gegenpunkt des Erdäquators zum andern 1719 geographiſche Meilen beträgt, ſo iſt ein Halbmeſſer der Erde gleich 859,5 geogr. Meilen) auf 15 Minuten Zeit berechnen, was für eine Zeit-Secunde 53 Erdhalbmeſſern, oder genauer: 52,68444 . . . Erdhalbmeſſern, mithin 45296 Meilen, oder, die Meile zu 20000 Fuß gerechnet, 905920000 par. Fuß gleich kommt. — Die Geſchwindigkeit einer Kanonenkugel, welche in der erſten Secunde 2300 Fuß durcheilt, verhält ſich zu jener des Lichtes wie 1 zu 409013, und ein Aequatorpunkt der in einer Secunde 1431,5 Fuß durchſchwingt, verhält ſich zur Geſchwindigkeit der Erde in ihrer Bahn wie 1 zu 66,241.

nach ihm wieder ein Jahrhundert lang in Vergeſſenheit geriethen, bis Karl Wilhelm Scheele (geboren zu Stralſund 1742, geſt. 1786, alſo ein Deutſcher und kein Schwede, wofür er nicht nur bei Ausländern, ſondern auch in den Lehrbüchern deutſcher Phyſiker genommen wird; vergl. z. B. E. G. Fiſcher's Mech. Naturl. im Auszuge ꝛc. von Dr. E. F. Auguſt. Berlin 1829. 8. S. 118), ſie durch eigene Beobachtung und Nachdenken wieder ans Licht brachte (Phyſ. und Chem. Werke. Berlin 1793. 8.), ohne von den hieher gehörigen Arbeiten ſeiner Vorgänger zu wiſſen. Die belehrendſten Verſuche und Beobachtungen über die Stralwärme ſtellten ſpäter an: Pictet (Verſuch über das Feuer. Tübingen 1790. 8.) und Sauſſure d. ä. (Alpenreiſe. VI. §. 926.), Herſchel, Englefield, Wünſch, Ritter (Gilbert's Ann. VII. 137. X. 68. XII. 398. XXVI. 289.), dann aber hauptſächlich Gr. Rumford, Leslie (in deſſen Inquiry into the nature of heat. *London* 1804.), Delaroche in Genf (Journ. de Physique Vol. XXV. 201 etc.), W. Herſchel, Berard und Melloni, von denen der Leztere ein von Nobili erfundenes und Thermomultiplicator genanntes, als Differentialthermometer wirkendes Galvanometer oder Siderothermoskop, nach vorgängiger Verbeſſerung in Anwendung brachte; m. Grundz. II. 305 ff. und 404 ff.; Experimentalphyſik II. 597 und Arch. f. d. ges. Naturl. XXI. 358 ff. Es geht aus dieſen Verſuchen hervor: α) die Stralwärme erſcheint um ſo mehr beſchleunigt: je höher die Temperatur des Körpers iſt, der ſie um ſich herum verbreitet, und je mehr Licht zu gleicher Zeit von ihm entwickelt wird. In Delaroche's Verſuchen giengen Wärmeſtralen, welche von nur mäßig heißen Materien entſandt wurden, ſelbſt nicht durch das dünnſte Glas, und erſt wenn die Temperatur der Materien die Waſſerſiedhitze um ein Bedeutendes überſtieg, durcheilten ſie das Glas mit einer Minderung ihrer Wärmungsgröße (ihrer Intenſität), welche mit der Dicke des Glaſes im geraden Verhältniß ſtand, oder ſich verkehrt verhielt, wie die Dünne der Glasſchicht. Je dicker alſo das Glas war, um ſo weniger ließ es Stralwärme hindurch, aber um ſo mehr wurde es dabei ſelbſt erhizt, d. h. um ſo merklicher wirkte es auf die eintretende Stralwärme dämpfend. — Lichtreiche Stralwärme wurde beim Durchgange im Verhältniß ihrer Lichtfülle weniger gedämpft, als dunkle, und Stralwärme, die bereits durch Glas gegangen war, erlitt beim nächſten Durchgange durch eine zweite Glastafel eine weit geringere Minderung ihrer Intenſität, als in der erſten Glastafel; β) je dunkeler und je weniger glatt die Stralwärme empfangenden Körper-Oberflächen ſind, um ſo mehr wirken ſie auf dieſe Stralwärme dämpfend; je größer hingegen ihre Glätte und ihre Helligkeit: um ſo mehr und um ſo gleichförmiger werfen ſie die Wärmeſtralen zurück, und während

daher z. B. eine Glas- oder Eistafel leuchtende wie dunkele Stralwärme, im lezteren Falle jedoch nur eine beträchtliche Spannung beſitzende, d. i. durch große Temperaturhöhe des Wärme-Entſtralers beträchtlich beſchleunigte, ſehr merklich dämpft und kaum oder gar nicht Merkliches davon zurückwirft, ſpiegeln glatte Metalltafeln dergleichen auf ihrer Oberfläche eingetroffene Wärmeſtralen mit verhältnißmäßig ſehr geringem Spannungsverluſt zurück. In Leslie's hieher gehörigen Verſuchen verhielt ſich die Dämpfung, gemeſſen mittelſt ſeines Differentialthermometers, beim Lampenruß (dem ſtärkſten Stralwärme-Dämpfer) wie 100, ebenſo beim Waſſer (jedoch — der Schätzung nach), beim Schreibpapier gleich 98, beim Harz gleich 96, beim Kryſtallglas gleich 90, beim Eis wie 85, beim Graphit (Reißbley, d. i. ein höchſt inniges Molekel-Gemenge von Eiſen und Kohlenſtoff oder Diamantſubſtanz) wie 75, hingegen bei'm an der Luft (durch Oxygen-Einſaugung) angelaufenen Bley nur wie 45, bei dem Merkur gleich 20, glänzendem Bley 19, polirtem Eiſen 15, Zinn, Silber, Kupfer, Gold gleich 12; dagegen war die Spiegelung der Stralwärme vom mit Wachs oder Oel überzogenen Glas gleich 5, und verhielt ſich bei den nachbenannten Materien wie die beigeſezten Zahlen: Glas und ebenſo Zinnamalgam (mithin auch mit dergleichen Amalgam, d. i. mit Merkur-Zinn belegtes Spiegelglas der gewöhnlichen Spiegel) 10, Bley 60, Stahl 70, Blockzinn 80, Stanniol 85, Silber 90, und beim Meſſing gleich 100; ſ. m. Experimentalphyſik II. 601. Glaſurte Häfen (Töpfe) halten daher die Flüſſigkeiten länger warm, als unglaſurte, oder als nur inwendig glaſurte, und in auſſen verplatinten, oder erdig glaſurten irdenen Gefäßen bleibt, z. B. Theeaufguß am längſten heiß. Dulong und Petit ſchwärzten die Innenfläche ihres kupfernen Ballons, worin das Thermometer bei ihren Verſuchen hieng (oben S. 92) um den Einfluß der Stralung auf daſſelbe zu verhüten. γ) Auf ähnliche Weiſe verhalten ſich dem Edinburger Phyſiker Dr. James Stark zufolge in gewiſſer Hinſicht auch die riechbaren Subſtanzen*); und mehr noch

*) Was riechbar iſt, muß flüchtig, d. h. muß der Ausdehnung zu Gas fähig ſein; denn weder Tropfbares noch Starres, ſondern nur Gaſiges vermögen wir zu riechen; was man daher riechbare (ſprachwidrig: riechende) Ausflüſſe nennt, ſeyen dieſe duftend oder ſtinkend (angenehm oder widrig; Duft oder Geſtank) iſt durchgängig ausdehnſam flüſſig. Nicht nur befördert das Waſſergas (Waſſerdampf) in vielen Fällen die Verflüchtigung (Vergaſung) riechbarer Materien, ſondern es ſcheint auch — vielleicht in Folge ſeiner großen Dehnſamkeit und damit zugleich verbundenen beträchtlichen Anhaftung (Adhäſion) an nicht-gaſige Subſtanzen, daher auch an die Theile des Geruchsorgan, hinauf bis zum Riechnerven — die Empfindlichkeit unſeres Riechorgans für ſogenannte riechbare Ausflüſſe zu erhöhen, während das tropfbare Waſſer nicht ſelten zu deren Entbindung in dreifacher Weiſe beiträgt; einmal: indem es ſich mit nichtflüchtigen ſtarren Körpern, welche riechbare Ausflüſſe enthalten, gemäß ſeiner gegen ſolche Körper gerichteten phyſiſchen Anziehung (Adhäſions-Wirkung) verbindet, und dadurch die Subſtanz der riechbaren Ausflüſſe frei,

das **Licht**; denn lezteres wird ebenfalls durch ſchwarze Auffangflächen am meiſten, durch dunkelfarbige ſehr, durch hellfarbige

---

mithin leicht verdampfbar macht, dann auch: in ſo weit es dabei theils ſelber, mittelſt der bei gedachter Adhäſions-Wirkung erfolgenden Erwärmung, in Dampf übergeht, theils durch einen Theil dieſer Wärme auch zur Verdampfung der riechbaren Theile mitwirkt, und endlich: in ſo weit dieſe durch ſolche Wärme bereits vergasten Theile, durch deren Adhäſion an den mit entſtandenen Waſſerdunſt, zur größeren räumlichen Verbreitung gebracht werden. Hieher gehören der Duft der Wieſen, Gärten ꝛc. nach warmen Regen, welche einer anhaltenden Dürre folgten; die erhöhte Riechbarkeit getrockneter Pflanzentheile, welche im friſchen Zuſtande ſtark dufteten, im trocknen hingegen wenig oder kaum riechbar ſind; das Stinken der Kloaken, Moräſte, Pfützen ꝛc. bei zunehmender Luftfeuchte, bei bevorſtehendem Regen und kurz nach bereits gefallenem u. ſ. w. Wie weit es hiebei mit den Vergaſungen der riechbaren Materien geht, bezeugen mehrere vorzüglich von den Phyſikern früherer Zeiten angeſtellte Beobachtungen und darauf gegründete Berechnungen. So fand z. B. **Robert Boyle** (geb. 1626 ſt. 1691) einen dreißig Jahre zuvor gedufteten (parfümirten) ſpaniſchen Handſchuh noch wohlriechend. Ein Stück ſtark riechenden **grauen Amber's**, 106 Grain's ſchwer, verlor binnen 5½ Tagen in warmer Stubenluft kein merkbares Gewichttheilchen, obgleich der Duft deſſelben das ganze Zimmer erfüllt hatte; ein Stück **Stinkaſand** (Teufelsdreck, Asa foetida) von gleichem Gewichte verhielt ſich, nachdem es 5½ Tage hindurch der Stubenluft preisgegeben geweſen ebenſo, und erſt in den darauf folgenden nächſten 15 Stunden hatte es, wie es ſcheint gemäß eingetretener Witterungsänderung, einigen Gewichtsverluſt erlitten; indeſſen iſt dieſer leztere Verſuch darum weniger entſcheidend: weil der Stinkaſand, zumal in ſo fern er friſche Bruchflächen darbietet, der Luft Oxygen (S. 7 Anm.) entzieht, ſich dadurch röthet und um — freilich ein ſehr Geringes — an Gewicht gewinnt. Noch auffallender iſt übrigens die Größe der gaſigen Verdünnung und darauf beruhenden Verbreitung beim **Biſam** oder **Moſchus**; ein Gran, d. i. $^1/_{60}$ Quentlein deſſelben theilt binnen Kurzem, Falls man ihn in einen Bücherſchrank legt, ſeinen Duft ſämmtlichen Blättern aller in ſolchem Schrein befindlichen Bücher mit, und jedes dieſer Blätter duftet nun Jahre lang nach Moſchus. **Albert v. Haller** (weiland Prof. zu Göttingen; berühmt als Phyſiolog und geſchäzt als Dichter; einer der größten Gelehrten ſeiner Zeit, geb. 1708 ſt. 1777) fand 400 akademiſche Streitſchriften (Diſſertationen) von denen jede 20 Druckblätter enthielt, über 40 Jahre lang von einem einzigen Gran Amber dufterfüllt; jeder Geviertzoll dieſer Blätter hatte hiebei, v. **Haller's** Berechnung zufolge, $^1/_{269064000}$ Ambraſubſtanz bekommen. Die Geſammtoberfläche des Papiers betrug 8000 Quadratfuß, die |alſo 14610 Tage lang in einer wenigſtens 1 Fuß dicken, von jenem Ambraduft erfüllten Luft weilten. Es bezeugen dieſe und ähnliche Verſuche zugleich eines Theils die ungemein große Zertheilbarkeit der Materie überhaupt, andern Theils aber auch die große Empfindlichkeit des Geruchorgans. — Der **graue Amber** (Ambra grisea) iſt übrigens eine feſte, wie Wachs ſchmelzbare, nicht ſelten Fiſchgräten und Dintenfiſch-Schnäbel enthaltende (daher muthmaßlich: urſprünglich flüſſige) dem **Choleſterin** — d. i. eine auch **Gallenfett** genannte, vorzüglich in der Galle der Menſchen wie in jener der Thiere vorkommende Subſtanz, welche die erſte Art der von mir durch die Benennung **Kryſtallopinguide** ausgezeichneten Bildungstheil-Gattung darſtellt; m. Grundz. I. 561 u. 748 ff. — ähnelnde Materie, die wahrſcheinlich den Eingeweiden des **Pottfiſches** oder **Cachelot** (Caſchelot, Physeter macrocephalus *Linn.*, ein zu den Säugethieren des Meeres, d. i. zu den **Cetaceen** gehöriges, nicht ſelten dem in dieſelbe Säugethier-Gruppe gehörigen Wallfiſche an Größe gleich kommendes, vorzüglich an den Küſten von Braſilien und von Neu-Südwallis, ſo wie auch an denen von Süd-Aſien lebendes Meerthier) entſtammt, jedoch nicht in geſunden ſondern, wie man behauptet, nur in kranken Cacheloten als Verhärtung im Dickdarm, wahrſcheinlicher als ein den Gallenſteinen ähnliches krankhaftes Gebilde, vor-

weniger und durch weiße am wenigſten gedämpft. Wiſſenſchaftliche Forſchungen über dieſe und ähnliche Verhalten des Lichtes ver-

kommt, und vorzüglich in der Nähe von Madagaskar, ſo wie auch an der Küſte von Koromandel, bei den Molucken und um Japan auf dem Meere ſchwimmend gefunden wird. Er duftet ziemlich angenehm, iſt faſt geſchmacklos, dient in Europa jezt faſt nur noch als Duftmittel, wird aber von aſiatiſchen, und wurde ſonſt auch häufig von europäiſchen Aerzten als Reizmittel in den Gebrauch genommen. — Der Stinkaſand iſt der urſprünglich milchig flüſſige, durch Sonnenwärme und Luftberühren erhärtete und mehr oder weniger röthlich gebräunte, mehr oder weniger weißliche körnige Stückchen enthaltende Saft der über 4 Jahr alten Wurzel des in Perſien einheimiſchen ſtinkenden Steckenkrautes (Ferula Asa foetida *Kaemf.*), den man ſammelt, indem man in den oberen, zur Erde herausragenden, mehr als armsdicken Wurzeltheil Einſchnitte macht; er dient hauptſächlich als Arzneimittel, verbreitet einen ſehr widrigen, Knoblauch-ähnlichen Geſtank (daher ſein Name), und iſt in dieſer Hinſicht im friſchen Zuſtande faſt unerträglich. Ein Quentchen des friſchen Stinkaſand ſoll, Kämpfer zufolge, ſtärker riechen, als hundert Pfund des getrockneten. Man iſt daher auch auf den Schiffen, durch die er friſch verſchickt wird, gezwungen, damit die übrigen Waaren den Geſtank nicht annehmen und derſelbe den Reiſenden nicht beſchwerlich wird, die damit angefüllten Säcke oben auf dem Maſtkorbe des Maſtbaums zu befeſtigen. — Der Moſchus, als Arzneimittel ſehr geſchäzte und als Duftträger häufig in Gebrauch genommene, iſt ein thieriſches Erzeugniß, das ſich aus den männlichen Moſchusthieren, am häufigſten zu deren Brunſtzeit, in einem zwiſchen dem Nabel und den Geſchlechtstheilen befindlichen Beutel abſondert. Es gibt ohne Zweifel mehrere Thierarten derſelben, lateiniſch Moschus genannten Thiergattung; die bekannteſte dieſer Arten iſt das Moſchusthier (Moschus moschiferus *Linn.*), das in Abſicht auf Größe und zum Theil auch, wenn man dabei die Beſchauung des Kopfes außer Acht läßt, hinſichtlich ſeines Anſehens dem Reh ähnelt, jedoch keine Hörner trägt, dagegen aber mit zwei langen Hauzähnen verſehen iſt. Es gehört zu der Gruppe der Wiederkäuer (Bisulca) und bewohnt jene felſigrauhen Hochgegenden zwiſchen Sibirien, China und Tibet, in welchen die großen Flüſſe Aſiens entſpringen. Die Erzeugung des Moſchusduft iſt übrigens keineswegs lediglich an die Organiſation der Moſchusthiere geknüpft, ſondern kommt ſowohl nicht nur in der Galle der Wiederkäuer, zumal der Ochſen, als auch im Fleiſche des Biſam-Ochſen (Bos moschatus), desgleichen in der Raupe des unter dem Namen großer Fuchs (Priamus Polychloros) bekannten Tag-Schmetterlings, in dem Steiß-Pinſel der äußerſt ſtarken Biſamduft verbreitenden Biſammotte (Phalaena Humuli?) und in mehreren andern Thieren und Thiertheilen vor; ja ſelbſt künſtlich läßt er ſich darſtellen. So gibt z. B. das an ſich widrigriechbare flüchtige Brenzoel des Bernſteins (m. Grundz. I. 601) mit rauchender Salpeterſäure nach und nach verſezt ein gelbes, nach Moſchus duftendes und darum auch künſtlicher Biſam (Moschus artificialis) genanntes Harz (a. a. O. 567, 971), und der ſo widrig ſtinkende Fuſel des Kartoffelbranntwein entwickelt, mit Vitriolöl (d. i. mit waſſerarmer Schwefelſäure) verſezt, Moſchusduft; (a. a. O. 588 u. 858). — Ebenfalls im hohen Grade vergaſungsfähig zeigt ſich der Duft des ächten, im Oriente ſehr geſchäzten und daher ſehr koſtbaren, wohl nur ſelten rein nach Europa gelangenden, durch Fett-Zuſatz widrigen Geruch annehmenden, und wahrſcheinlich in einem ähnlichen Zuſtande in mehreren Thieren vorkommenden Zibeth. Aecht ſtellt derſelbe eine blaßbräunliche, fettig ſchmierige, mit fetten und flüchtigen Oelen leicht, mit Weingeiſt und mit Waſſer nicht miſchbare, ſehr ſtark duftende Subſtanz dar, die ſich täglich aus einigen kleinen Drüſen, in einer beſonderen Höhle: zwiſchen dem After und den Zeugungstheilen der männlichen wie der weiblichen Zibethkatze (Viverra Zibetha, oder wohl richtiger: Hyaena odorifera) ſammelt, und innerlich genommen dem Moſchus ähnlich wirken ſoll. Es lebt dieſes Thier im ſüdlichen Aſien und nördlichen Afrika, wo es in Wäldern und auf Bergen eingefangen

danken wir vorzüglich Descartes (der zuerſt bemerkte: daß es von ſchwarzen Flächen verſchluckt (gedämpft) von weißen hingegen zurück-

---

in Käſichen gehalten wird, deren jeder ein faſt ſenkrecht geſtelltes Bambusrohr enthält, an dem das Thier jene Theile reibt, in welchen der durch ſeinen angenehm riechenden Duft ſich ſogleich kenntlich machende Zibeth ſich ſammelt. Was man in Apotheken unter dem Namen Zibeth kennt, riecht widrig und ſcheint einem anderen noch unbekannten Thiere zu entſtammen? Oder geht der Wohlgeruch des friſchen Zibeth durch Luftberühren (Oxygen-Einſaugen) nach und nach in widrigen Geruch über? Einen dieſem nicht angenehmen Duft des bei uns käuflichen Zibeth ähnlichen ſog. Duft entwickeln auch im hohen Grade das in Südamerika am Plata, Amazonenfluß, Orinoko und mehreren anderen Flüſſen lebende Cabiai oder Flußſchwein (Cavia Capybora), die Zibethmaus (Zibeth-Biber: Ondatra americana) u. m. a. Der jedem Thiere eigenthümliche mehr oder weniger widrige Geſtank ſcheint ohne Zerſtörung nicht ſowohl einer ſehr großen gaſigen Verbreitung, als vielmehr einer ſehr ſtarken Anhaftung an ſtarre Materien fähig zu ſein, wobei indeſſen die Subſtanz deſſelben einer Zertheilung unterliegt, die nicht ſelten alle Vorſtellung überſteigt, und deren Nachweiſung mittelſt des Geruchsorgans zugleich aber auch auf die nicht minder Staunen erregende mögliche Schärfe des Geruchsorgans hinweiſet. Blindgeborne Säugethiere finden durch den Geruch das Euter, Raben wittern viele Meilen weit das Aas, Rautenduft vertreibt Schlangen aus beträchtlichen Fernen; der Duft der Aristolochia anguicida ſoll ſchon in nicht unbeträchtlicher Ferne Klapperſchlangen tödtlich werden; die indiſchen Gaukler ſcheinen mittelſt beſonderer Duftpflanzen die Schlangen zu bändigen, während ſie dieſelben vielleicht durch Muſik locken und zähmen; denn mehrere der größeren Schlangen lieben leztere im ausgezeichneten Grade. Blut, zumal friſch gelaſſenes, entwickelt für ſich und mehr noch wenn man es mit Schwefelſäure verſezt, eigenthümlichen nicht angenehmen Duft, der bei den verſchiedenen Thieren und bei den Menſchen nach Alter und Geſchlecht ſich verſchieden zeigt; m. Grundz. I. 773. II. 465. Die Urbewohner des ſpaniſchen Amerika ſollen durch Beriechen der Erde zu beſtimmen vermögen: ob zuvor einer ihres Gleichen oder ein Europäer den Boden betreten hatte. Gewiß iſt, daß Spührhunde die Fährte riechen. Wie weit dieſes geht möge unter vielen Beiſpielen folgendes darthun, das W. Smellie in ſeiner „Philoſophie der Naturgeſchichte" (Aus dem Engliſchen überſezt ꝛc. von F. A. W. Zimmermann. Berlin 1791. 8. I. S. 194) mittheilt. „Will man bei großen Jagden einen Hirſch vom beſtimmtem Alter, z. B. einen Zehn-Endner, beſonders jagen, ſo ſtößt ein ſogenannter hirſchgerechter Jäger, nachdem er die Fährte des Hirſches ermittelt hatte, Abends vor der Jagd den Spührhund mit der Naſe auf dieſe Fährte; Tags darauf ſucht dann der Hund, nachdem er beim Jagen losgelaſſen, unter dem ganzen Rudel von Hirſchen nur lediglich gerade jenen Zehn-Endner hervor." — Eiſenoxyd-haltiger Thon verbreitet, angehaucht, leicht unterſcheidbaren ſogenannten Thongeruch, Kreide (erdiger, kohlenſaurer Kalk, Calcit-Carbonat) ſchwächeren Kalkgeruch, und Eiſenoxydul-Carbonate (kohlenſaures Eiſen) der Eiſen-reichen Mineralwaſſer, z. B. der Schwalbacher Eiſen-Säuerlinge, riechen, wenn man ſie, in einem Glaſe friſch und in der Morgenkühle gefüllt zum Munde führt, wie ſie ſchmecken. (Geruch und Geſchmack ſtimmen darin überein, daß jenes was dem einen lieblich auch dem anderen dieſer Sinnesorgane angenehm iſt; was gut riecht, ſchmeckt in der Regel auch gut.) James Stark zufolge ſaugen dunkle Körper mehr Duftiges ein wie helle, farbige mehr wie weiße, und ſchwarze am meiſten; ſo ſah er ſchwarze Wolle im Kampferdampf um 1,8 ebenſoviel weiße in gleicher Zeit um 1,5 Gran und in einem zweiten Verſuche ſchwarze um 1,4 rothe 0,8 und weiße nur um 0,3 Gran an Gewicht zunehmen; in weiteren Verſuchen befolgten die Farben in dieſer Hinſicht nachſtehende Ordnung: (ſchwarz) dunkelblaugrün, roth, weiß, und ebenſo verloren die ſchwarzen mit Duftgas geſchwängerten Zeuge, in der kürzeſten Zeit wieder was ſie gewonnen hatten. Hienach ſcheint die

geworfen werde), Kepler (der ſchon vor Descartes wußte: daß bei gleicher Sonnenbeleuchtung ſchwarze Körper in gleicher Zeit

---

Kohle nicht blos wegen ihrer großen Poroſität und daraus entſpringenden Vielflächung, ſondern auch als ſchwarze Subſtanz im ſo hohen Grade verſchluckend zu wirken, daß ſie faſt jede Art von Duftgas ihren luftigen oder näſſend-tropfbaren Umgebungen binnen kurzem (mittelſt Schütteln mit dergleichen Flüſſigkeiten) gänzlich entzieht, z. B. der durch Auflöſen des Eiſens, Zink's, Zinnes ꝛc. in wäſſriger Schwefelſäure, Salzſäure, Eſſigſäure entwickelten brennbaren Luft (Waſſerſtoff- oder Hydrogengas) das demſelben beigemiſchte ſtinkende flüchtige ölähnliche Erzeugniß, dem faulenden Fleiſche ꝛc. die ſtinkende Subſtanz (ſo daß ſolch Fleiſch wenn es in Kohlenpulver gehüllt und dann abgewaſchen wird, nicht mehr ſtinkt, ſondern nur noch Ammon entwickelt, das Auswaſchen mit Eſſig leicht entfernt); ferner nicht nur dem widrig riechenden Branntwein ſeinen Fuſelgehalt, ſondern auch dem wohlriechenden Oele enthaltenden Weingeiſte (z. E. dem Cölniſchen Waſſer) ſeinen Oelgehalt; indeſſen unterſcheidet ſich die Kohle dadurch von der ſchwarzen Wolle in Stark's Verſuchen: daß ſie, was ſie als Duftgas eingeſogen hatte, zurückbehält und nicht leicht wieder entläßt. Dieſe leztere Wirkung dürfte hauptſächlich auf der ſtarken Adhäſion der Kohlenflächen zu den bereits angezogenen und dadurch verdichteten Duftgaſen beruhen, und kommt in der Thierkohle (z. B. in der Fleiſchkohle, gewonnen durch Röſten des Fleiſches in Deſtillirgefäßen, d. i. durch trockene Deſtillation) vollkommener entwickelt vor, als in der Pflanzenkohle, während dieſe ſtärkeres Duftgas-Verdichtungsvermögen darzubieten ſcheint; weshalb denn auch die Thierkohle vorzugsweiſe zum Reinigen von Flüſſigkeiten benuzt wird, welche durch fremdartige, trübende und färbende Theilchen verunreint ſind; z. B. zum Reinigen (Bleichen) des rohen Zuckers in den Zuckerraffinerien, des Ciſternen-, Fluß-, ſtinkenden Brunnen- ꝛc. Waſſers (wie, vorzüglich auch, des in hölzernen Fäſſern aufbewahrten, durch langes Liegen auf Schiffen faulig gewordenen ſüßen Waſſers) mittelſt Durchſeihung oder vielmehr Durchpumpung (vergl. m. deutſch. Gewerbsfreund I. 38) durch ein Gemenge von Thierkohlenpulver und Sand. Wie ſehr Waſſerdampf die Verflüchtigung mancher an ſich nichts weniger als flüchtigen Materien begünſtigt, zeigen unter anderen der Kalk-Geruch friſch geweißter Zimmer, der Laugen-Geruch erhizter wäſſriger Löſungen des Kali, Natron, Baryt u. ſ. w., der Salzgeruch in der Nähe der Gradierhäuſer (zumal in der Frühe bei Weſtwind), der Gehalt an Meerſalzen im von Weſtwinden begleiteten Regenwaſſer u. ſ. w. — Da übrigens nach Stark's Verſuchen dunkle Wollenzeuge mehr Duft- und Stankgas verdichtend wirken, als helle, ſo räth Stark den Krankenwärtern und Aerzten an: ſich in helle Zeuge zu kleiden, damit ſie in ihren Kleidern nicht durch dieſelben verdichtete nachtheilige oder gefährliche Kranken-Ausdünſtungen und ſogenannte Anſteckungsſtoffe verbreiten. Da ſchwarze Körper durch einfallendes Licht mehr erhizt werden als hellfarbige, ſo ſchien die Natur mit ſich ſelber im Widerſpruche zu ſtehen, inſofern ſie gerade in den heißeſten Ländern das ſogenannte Schleimnetz (Malpighi'ſches Netz; Malpighi'ſcher Schleim) der dortigen Menſchenſtämme, zumal der Neger, farbdunkelt oder ſchwärzt; indeſſen fand Ewerard Home, bei ſeinen hierüber im Jahr 1820 angeſtellten Verſuchen, daß das Sonnenlicht die Haut der Neger nicht merklich über die Blutwärme erhizt; aber ſchon im Jahr 1804 zeigte Gr. Rumford, daß Flüſſigkeiten in ſchwarzen Gefäßen ſchneller abkühlen als in hellfarbigen, und es iſt daher ſehr wahrſcheinlich: daß die Negerhaut nicht nur die durch Sonnenlicht erzeugte Wärme, ſondern zum Theil auch die durch das Athmen warmer Luft geſteigerte Blutwärme wieder entſtralt, und daß mithin gerade die Schwärze des Malpighi'ſchen Netzes gegen nachtheilige Wirkungen des Sonnenlichts und der Luftwärme ſchüzt. Uebrigens durchſtralt dieſe Schleimnetz-Wärme offenbar nicht nur Porengas, ſondern auch klebrige Feuchtigkeit (aber ſehr ſchlecht wärmeleitende) der Haut. Die ſchwarze Subſtanz dieſes Netzes iſt ſehr wahrſcheinlich eine wohl Carbon (Kohlenſtoff)-reiche

wärmer werden als weiße, weil ſie — fügte er hinzu: trockner und entzündlicher ſind), R. Boyle, der darüber zuerſt ſtrenge Verſuche anſtellte und dieſelben im Jahr 1663 bekannt machte, und R. Hook (der beobachtet hatte, daß ſchwarzer Marmor (eines Kamins) am Feuer heißer werde, als weißer) und in neueren Zeiten: Benjamin Franklin (geboren zu Boſton in Neu-England den 17. Jan. 1706 geſt. den 17. April 1790), der 1760 — 1761 mit den verſchiedenen Tuchproben der Muſtercharte eines Tuchhändlers experimentirte und unter andern zeigte: daß im Freien liegender Schnee eher ſchmelze, wenn er mit ſchwarzem, als wenn er mit farbigem oder weißem Tuche bedeckt ſei, Watſon (weiland Biſchof der anglikaniſchen Kirche) der zuerſt — im Jahr 1772 — 6 Thermometerkugeln ſchwärzte, um genau zu beſtimmen, welche Wärmevermehrung das Sonnenlicht an und dadurch in ihnen hervorbringe und das alſo vorgerichtete Thermometer ſich um 10° F. (= 5⁵/₉ C. oder 4⁴/₉ R.) über die Temperatur der es umgebenden Luft erheben ſah, Humphry Davy (geb. den 17. December 1779 zu Penſance in Cornwallis,

---

Hydrogen-, oder Azothydrogen-Verbindung; denn Pearſon bleichte ſie an einem lebenden Mohren mittelſt Chlor, und Marx ſah ein Stück des zuvor durch Blaſenpflaſter abgelösten Schleimnetzes durch Chlorkalk mit Salpeterſäure ſich entfärben. In ſeiner Zuſammenſetzung der Kohle ähnlich iſt es aber darum noch nicht, denn dieſe wird weder durch Chlor noch durch Chlorkalk gebleicht. — Europäer müſſen in Südafrika, wenn ſie nicht erkranken wollen, Wolle (Flanell) oder Baumwolle auf bloßem Leibe tragen; die Eingebornen reiben in der heißen Jahreszeit die ganze Haut mit Fett (d. i. mit einem die Ausdünſtung hemmenden oder mindernden ſchlechten Wärmeleiter) ein, hierin den Bewohnern des höchſten Nordens ähnelnd. Wenn auch ein Theil dieſes Fettes ſehr bald von der Haut eingeſogen werden ſollte, ſo geht hieraus doch ſo viel hervor: daß ſie ſich durch Ausdünſtung nur wenig zu entwärmen vermögen, und daß wahrſcheinlich die Wärmeentſtralung des ſchwarzen Schleimnetzes durch die dünne Fetthülle nicht beträchtlich gemindert, wohl aber die Rückſtralung des Sonnenlichtes von dieſer, bei dem dunklen Hintergrunde ſpiegelnden Fettſchicht, ſehr begünſtigt wird; wo dann begreiflich die Erwärmung des gen. Netzes durch das Licht unterbleibt: weil dieſes gar nicht zu demſelben gelangt. Es fragt ſich: ob etwas der Art überhaupt nicht zum Theil Naturzweck jener Schwärze iſt; d. h. ob dieſelbe nicht auch dazu dient, mittelſt des durchſcheinenden, in der Haut an ſich ſchon vorkommenden Fettes, zu ſpiegeln und ſo das auffallende Licht vom Eindringen abzuhalten? — Hinſichtlich der in dieſer Anmerkung anfänglich bemerkten Duftvergaſung verdient noch erwähnt zu werden: daß Lord Valentin den Würzduft der Gewächſe Ceylon's ſchon 9 Seemeilen weit von der Küſte wahrnahm, daß, nach Bartholin, Rosmarin (bei Landwind) 40 Seemeilen von der ſpaniſchen Küſte gerochen werde, und daß die Gewürzinſeln bei günſtigem Winde in noch beträchtlichere Fernen die Lüfte mit ihrem Dufte erfüllen; Diodorus Siculus behauptet Aehnliches von der Küſte Arabiens. — Daß der Pflanzenduft nicht immer in Dampf verwandeltes flüchtiges Oel, ſondern ein eigenthümlicher Bildungstheil ſey, habe ich in m. Grundzügen I. 744 gezeigt; daſſelbe dürfte auch vom Moſchus, Blut und verwandten thierlichen Lebens-Erzeugniſſen gelten. Hermann Börhaave (geb. 1668, ſtarb als berühmter Arzt und Lehrer der Medicin und Chemie zu Leiden 1738) nannte den Pflanzenduft Spiritus rector, gab jedoch keine näheren Kennzeichen deſſelben an; deſſen Anfangsgründe der Chemie; prakt. Theil, a. d. Lateiniſchen überſ. von J. C. Wiegleb. 2te Aufl. Berlin und Stettin. 8. S. 29, 31 u. 231.

geſt. 1829; vergl. m. Proteus II. 205) der 1799 ſchwarz, blau, grün, roth, gelb und weiß angeſtrichene Kupferplatten in derſelben Ordnung durch Beleuchtung ſich weniger erhitzen ſah, Gr. Rumford (ſonſt Benjamin Thomſon aus Nordamerika; ehemals Churpfälziſcher General, dann als Count of Rumford in Paris mit Lavoiſier's Wittwe vermählt und dort privatiſirend bis zu ſeinem 1809 erfolgten Tode), Leslie, Hermbſtädt u. A. Alle dieſe Verſuche zeigen: daß die dunklen Körper gegen das Licht, nach Maaßgabe ihrer Dunkelheit, ſehr dämpfend und wenig rückwerfend, gegen die Stralwärme hingegen ſich als wirkſame verhalten: welche dieſelbe in Mittheilungs- (und Leitungs-) Wärme verwandeln; warum Tintenflecken eher trocknen, als hellfarbige, ſchwarzes Papier mittelſt eines Brennglaſes leichter entzündet werden kann, als weißes ꝛc., iſt aus dem Vorhergehenden klar, und ſchon R. Boyle ſtellte hieher gehörige Verſuche mit farbigem und weißem Papier an. — Jam. Stark ſah übrigens auch in dichtem 28° bis 30° F. (= — 2°, 22 C. oder — 1°, 78 R.) kaltem Nebel in gleicher Zeit, ſchwarze Wolle mit 32 Grains, ebenſoviele ſcharlachrothe mit 25 und gleichviele weiße nur mit 20 Gr. Reif ſich belägen; Reif iſt gefrorner Thau, und mit Thau beſchlagen Körper hauptſächlich: wenn ſie, von Waſſerdampf umgeben, in demſelben mehr und mehr erkalten; auf gleiche Weiſe, wie eine Brille, oder ein Trinkglas u. ſ. w. in der warmen Waſſerdampf-reichen Zimmerluft beſchlägt, wenn ſie in dieſelbe aus der Kälte gebracht werden. Was hiebei die bethauenden Körper vorzüglich abkühlt, iſt, wie Wells zeigte, eine Wärme-Entſtralung, welche für den Körper keine Rückkehr der entſtralten Wärme im Gefolge hat; wie z. B. ſolches bei Pflanzen der Fall iſt, die unter klarem freiem Himmel ſich befinden, während ſie unter Wolken-bedecktem Himmel von den Wolken wieder Stralwärme genug zurück erhalten, um den an ihnen bereits abgelagerten Thau wieder durch Verdünſtung verlieren zu können; vergl. m. Meterologie I. 398 ff. II. S. 136, 140, 153, 209, 222, 238 und 560. Auſſerdem befördert Thau- und Reifbildung Alles, was anderweit die Abkühlung der unter freiem Himmel befindlichen Gegenſtände befördert; daher theilweiſe Entwärmung durch „Wärme-Mittheilung" an die Luft, zumal wenn dieſe als kalter Wind ſich an den Gegenſtänden fortbewegt, und durch „Wärme-Ableitung," z. B. durch Berühren der Oberfläche des kälteren Erdbodens. Schon entſtandene und in der Luft ſchwebende (ſie trübende) Dunſtbläschen, können ebenfalls zur Mehrung des Thaues beitragen, inſofern ſie mit (poſitiver) Elektricität beladen ſind, und in Folge dieſer Ladung von den (elektronegativen) Körpern angezogen werden, wie ſolches jüngſt Prof. v. Bonsdorff (m. Arch. f. Chemie u. Meteorol. VIII. 350 ff.) beſtätigte. Bei ſehr klarem Himmel (d. h. bei ſehr dunſt- und ſtaubfreier, dagegen Waſſerdampf-reicher Luft;

denn je mehr dunſtfreien Waſſerdampf die Luft enthält: um ſo klarer iſt ſie), wie er z. B. in Bengalen, Benares ꝛc., kann mittelſt der dadurch ſehr begünſtigten Wärme-Entſtralung Thau leicht in Reif übergehen, wie man in den genannten Gegenden auf ſolche Weiſe künſtlich Eis zu Stande bringt; a. a. O. II. 256. Das Beſchlagen der Fenſterſcheiben und Gefrieren ſolchen Beſchlages erfolgt auf gleichem Wege. δ) Aus Melloni's ſiderothermoskopiſchen Verſuchen geht unter anderm hervor: daß jene Wärmeſtralen, welche die einzelne Sonnen-Farblichtſtralen des prismatiſchen Spectrums begleiten, durch Waſſer hindurchzugehen vermögen: theils ohne merklichen Verluſt, theils mit mehr oder weniger merkbarem; je nachdem die Brechbarkeit des zugehörigen Farbſtrals geringer oder größer war. Unter Brechbarkeit des Lichtes (S. 91 Anm.) verſteht man jene Richtungs-Ablenkung ſchief einfallender Lichtſtralen, welche dieſelben erleiden, wenn ſie aus einem durchſichtigen Mittel in ein anderes übergehen, das dem erſteren nicht vollkommen gleich geartet, und namentlich weder eben ſo dicht, noch in gleichem Grade brennbar oder verbrannt, als das erſtere iſt, und wo dann, wenn das dem erſteren nächſte Mittel dichter oder brennbarer (oder weniger verbrannt) als das vorhergehende (als das erſte) iſt, der Lichtſtral eingebogen (dem Einfallslothe zugelenkt) im entgegengeſezten Falle hingegen abgebogen (dem Einfallslothe abgelenkt wird *), vergl. m. Grundz. II. 225.

---

*) Zur Erläuterung diene vorläufig Folgendes: Es ſey in Fig. 20 die von den Linien o a, a d, d t und t o eingeſchloſſene Fläche eine ſenkrechte (S. 46 Anm.) Geſammtſchicht der atmoſphäriſchen Luft, deren Theile aus gleich hohen (gleich dicken) Einzelſchichten beſtehen, von denen wir uns von a d bis zu o t herab eine beliebige, der Linie a d, und mithin auch der von o t gleich gerichtete, mithin horizontale (a. a. O.) Anzahl — z. B. ſo viele: als wir zwiſchen a d und o t denſelben gleichlaufende gerade Linien zu ziehen vermögen — den Abſtand von a d bis zu o t ausfüllende denken können. Nehmen wir nun ferner an: es führe eine gerade Querlinie (eine Gere) von t nach a und in derſelben Richtung über a hinaus in die ſogenannte Himmelsleere (S. 50) und es befinde ſich irgendwo in dieſer Richtung außerhalb a ein leuchtender Punkt, ſo werden von demſelben nach allen Richtungen, und mithin auch in die ſo eben erwähnte, von a nach t geradlinig verlängert gedachte, Lichtſtralen ausgehen. Derjenige von dieſen Stralen, der nun bei a in die Luft in einer Richtung eintritt, welche, wenn ſie unterwegs keine Abänderung erlitte, ihn auf dem kürzeſten Wege nach t führen würde, dieſer Stral wird nun, da in der Geſammtſchicht von a d an jede derſelben gleichgelagerte nächſte Schicht dichter iſt: als die vorhergehende (S. 40 Bem. 5.), von Einzelſchicht zu Einzelſchicht, bis herab zu o t fortdauernd dem durch die Linie a o angedeutenden Einfallslothe zugelenkt und trifft dadurch nicht in t ſondern in einem Punkte zwiſchen o und t ein, und befindet ſich hier das Auge eines Menſchen der zum Himmel hinaufblickt, ſo wird dieſes den leuchtenden Punkt nicht in der Richtung von t a außerhalb a, ſondern in eine zwiſchen a und d fallende außerhalb a d und mithin an einen Ort ſuchen und der Beſitzer des Auges ihn zu finden wähnen, wo er ſich wirklich nicht befindet; weil wir die Stralen ſichtbarer Gegenſtände (oder die von deren Bildern) ſtets von jener Richtung her mit unſerer Netzhaut empfinden und mithin auch unwillkürlich in dieſelbe geradlinige Richtung als wirklich vorhanden erachten,

ε) Es beſtätigten dieſe Verſuche mittelbar, was hinſichtlich der Wärme-Leitungsfähigkeit des Waſſers und anderer durchſichtiger tropfbarer Flüſſigkeiten bereits früherhin wahrſcheinlich wurde, nämlich: daß es ſich in allen hieher gehörigen Fällen nicht ſowohl von eigentlicher Leitung, als vielmehr von Mittheilung jener Wärme handle, welche zuvor theils mittelſt Adhäſion, theils auch durch Einſtralung in die Flüſſigkeit gelangt war. Legt man z. B. ein kleines Thermometer auf den Boden einer hinreichend weiten, mit Waſſer gefüllten, etwa 1 Zoll tiefen Glasſchale (oder eines dergleichen Tellers, deſſen aufwärtsſtehender Rand beiläufig jene Höhe hat) und bringt dann oben in die äußerſte Nähe der Mitte des Waſſerſpiegels einen heißen, aber nicht glühenden, ſondern dunklen Körper, ſo fängt das Thermometer, zumal wenn der Körper ſich ſenkrecht über der Thermometerkugel befand, alsbald an zu ſteigen. Ueber ähnliche hieher gehörige Verſuche vergl. m. Experimentalphyſik 2te Aufl. II. 590 und 600, ſo wie meine Grundz. II. 306 und 317. Bohrt man in die Seitenwand eines 4 Zoll hohen und 2 Zoll weiten, mit ebenem Boden verſehenen, walzenförmigen (cylindriſchen) Glaſes übereinander, in gleichen Abſtänden (z. B. zunächſt dem Boden, dann 1 Zoll darüber und 2 Zoll darüber) drei Löcher, weit genug: um durch jedes derſelben, in wagerechter Richtung, die Kugel eines kleinen, nur aus Röhre und Kugel beſtehenden, Thermometers (ſammt einem Theil der Röhre) bis in die Mitte der daſelbſt gelagerten horizontalen Luftſchicht ſchieben zu können, ſteckt dann jedes dieſer Thermometer durch einen in eines der Löcher genau paſſenden, durchlöcherten Korkſtöpſel, ſo daß alle drei Thermometer mit ihren gleichgroßen Kügelchen unbeweglich horizontal in die Luft des Glaſes tauchen, gießt hierauf ſo viel kaltes Waſſer in das Glas, daß es etwa 1 Linie hoch über dem oberſten (3ten) Thermometer ſteht, und dann vorſichtig heißes darauf, bis das Glas voll iſt, ſo werden alle drei Thermometer anfangen zu ſteigen, aber das oberſte zuerſt und am ſtärkſten, das unterſte hingegen zuletzt und am ſchwächſten. — Dieſes Ergebniß gilt nun gewöhnlich für einen ſichtlichen Beweis der Wärme-Leitung des Waſſers; allein was hier hauptſächlich zur allmäligen Verbreitung der Wärme von oben nach unten beiträgt, iſt die Anhaftungsziehung (Adhäſion) der ungleich warmen Waſſertheilchen. Denn auf gleiche Weiſe, wie ſich ungleich dehnſame und ungleich dichte Gaſe (z. B. Oxygengas, Azotgas, Carbonſäuregas und Waſſergas der reinen atmoſphäriſchen Luft) jedes derſelben nur gegen Theile ſeiner eigenen Art mittelſt Dehnung Druck ausübend, kraft ſeiner eigenen

---

welche ſie befolgten; in demſelben Zeittheilchen, da ſie in's Auge traten; vergl. S. 26—27 Anm. — Befände ſich hingegen der leuchtende Punkt in der Richtung a t außerhalb t, ſo würde der Stral nicht dem Einfallslothe t d zu:, ſondern bis in die Nähe der Schicht a d angelangt möglichſt abgelenkt werden, und das Auge ihn in einer Richtung ſuchen müſſen: welche außerhalb a zwiſchen a und o fällt.

Dehnſamkeit durch jedes der anderen ſo bewegt, als ob dieſes ein leerer Raum wäre, und mithin jedes dieſer Gaſe den ganzen Raum ausfüllt, ſo verbreiten ſich auch ungleich dichte tropfbare Flüſſigkeiten in Folge gegenſeitiger Adhäſion durch einander nach allen Richtungen. Sind Größe, Umfang (Figur), Glätte, Farbe, Dunkelung, Temperatur und gaſige Umgebungen, ſammt deren Hüllen, bei zweien oder mehreren Körpern durchaus gleich, ſo wird ſich ihr Ausſtralungs-Wärmeverluſt in gleichen Zeiten verhalten müſſen: wie ihre Wärme-Leitung, und am ſchnellſten wird von dieſen Körpern erkalten jener, welcher die Wärme am beſten leitete *). ζ) Das eigentliche Leiten der Wärme (S. 86) unterſcheidet ſich vom Mittheilen derſelben hauptſächlich dadurch: daß es bei lezterem ſtets zum Fortbewegen und Trennen der erwärmten Theilchen einer und derſelben Maſſe, nämlich zum Aufſchnellen der Theilchen (Grundkörperchen, Partikel) innerhalb der zugehörigen Maſſe (S. 41 Bem. 5. und S. 56 Anm.) kommt, während beim Leiten die Theilchen (Molekel) ſich zwar ihrer Erwärmung gemäß ausdehnen, aber ohne ſich von einander zu trennen, ſo daß, Falls die von Auſſen bewirkte Anwärmung aufgehört hat, die Erwärmung durch Ausſtralung ſich nach und nach mindert, und endlich verſchwindend, als ein vorübergegangenes Phänomen zu betrachten ſteht. Jeder Wärmeleiter beſizt alſo das Vermögen: die Erwärmung wie das Erkalten (An- und Durchwärmung wie Durchkältung) als eine jeweilige Ausdehnungs-Abänderung ſeiner ſelbſt an ſich vorübergehen zu laſſen, ohne daß er dadurch zur räumlichen Trennung weder ſeiner Grundkörperchen, noch ſeiner Molekel und noch vielweniger ſeiner Atome getrieben würde. Begreiflich iſt ſolche Behauptung eigener körperlicher Ganzheit gegen die Einwirkung der Wärme nur möglich von Seiten der ſtarren Materien, da deren Molekel, durch ungleichen Gegenzug ihrer ſelbſt an der zur Ablöſung nöthigen freien Bewegung gehindert ſind, und daher nicht wie die Flüſſigkeiten Theilchen für Theilchen genommen gleichen, ſondern ungleichen Widerſtand jeder Gewalt entgegenſetzen, welche ſie zu trennen oder von einander abzulöſen, ihrer Natur nach getrieben wird. Sofern indeſſen in trüben Flüſſigkeiten ſtarre Körperchen die Urſache der Trübung bilden, und ſoweit in den zähen ſchon der Anfang zum Erſtarren gemacht iſt (m. Grundz. I. 110) können

*) Gr. Rumford ſah Waſſer in gleichgroßen, aber ſechsmal dickeren gläſernen Flaſchen früher erkalten, als in weißblechenen; hier ſcheint hauptſächlich der Wärme-Entſtralungs-Unterſchied dieſes ſonderbare Verhalten bedingt zu haben; die Glasflaſchen entſtralten mithin weit mehr Wärme, als die Metallflaſchen, und zum Theil auch ſchon darum: weil ſie, als ſchlechte Wärmeleiter einmal angewärmt länger gleichförmig warm blieben, als das Weißblech. Auch hängt Waſſer dem Glaſe inniger an, und mittelſt dieſer größeren Adhäſion mußte die Wärmeübertragung an das Glas erleichtert und daher beſchleunigt werden.

allerdings auch annoch fließende Materien ſich Wärme-leitend verhalten, und für das an ſeiner Beweglichkeit gehinderte Waſſer ſey ihm das Bewegungs-Hinderniß nun erwachſen durch beigemengte ſtarre Körperchen, oder durch in daſſelbe zwar in flüſſiger Form aufgenommene, aber am Erſtarren nur durch das Waſſer gehinderte, und dieſes daher zähe machende Materien, oder durch Adhäſion es mehr oder weniger umſpannender Hüllen — wird die Leitungsfähigkeit dadurch bezeugt: daß poröſe ſehr ſchlechte Wärmeleiter an Leitungsgüte gewinnen, wenn ihre Zwiſchenräumchen (Poren) ſtatt der Luft, die ſie enthielten, mit Waſſer erfüllt werden; wie denn z. B. gewöhnliches (nicht ausgetrocknetes) Stroh, Holz ꝛc. beſſer leiten als vollkommen trockenes. Daß aber auf gleiche Weiſe zur Ruhe gebrachte Luft die Wärme ſehr ſchlecht, oder vielmehr gar nicht leitet, beweist der Umſtand: daß ſtarre Materien, z. B. auch Eis, vorzüglich aber der in der Regel ſehr Luft-erfüllte Schnee, desgleichen Federn, Seide, Thier- und Pflanzen-Wolle, Linnen, Holz (zumal Sägmehl), Kohlenpulver ꝛc. äußerſt ſchlechte Wärmeleiter ſind, und daß gepulvertes Glas ſchlechter leitet, als in Maſſen gegoſſenes; man darf daher folgern: was die Beweglichkeit der Luft, oder überhaupt der Gaſe, aufhebt, hebt damit auch das Vermögen auf, die Wärme durch Mittheilung zu verbreiten, und zeigt hiemit zugleich, weil mit dieſer aufgehobenen Mittheilung von Seiten der Luft die Wärme-Verbreitung gänzlich aufhört, daß die Luft an ſich nicht leitet; weshalb denn auch zwiſchen Hohlwänden eingeſchloſſene, möglichſt unbeweglich gemachte Luft (z. B. in dergleichen mit Sägmehl oder mit Kohlenpulver und ungelöſchten gepulverten Kalk gefüllten Hohlmauern) einen für alle Fälle: wo man Ableitung der Wärme verhindern will — äußerſt ſchätzbare Iſolator der Wärme darſtellt *). Der verewigte Böckmann (weiland Profeſſor der Phyſik am Gymnaſium zu Karlsruhe in Baden) folgerte aus ſeinen hieher gehörigen Verſuchen: daß dieſelben ſtarren Körper, welche die Wärme am ſchlechteſten durchleiten (durch ihre Subſtanz hindurchleiten, d. i. leiten) ſie am beſten ableiten. Er ſah nämlich gleichgroße Kugeln von Holz, Kohle ꝛc. weit ſchneller erkalten, als dergleichen von Metall, vergaß jedoch dabei ſowohl den Einfluß der Oberflächen-Glätte (in Beziehung auf Ausſtralung) gehörig, wie auch den Umſtand zu berückſichtigen: daß die Luft der Poren der hölzernen ꝛc. Kugeln durch Mittheilung viel Wärme entführt, indem ſie (im erhizten Zuſtande die Poren der Kugel-Oberfläche theilweiſe verlaſſend, ſofort durch von Außen eindringende kältere Luft erſezt werdend) einen förmlichen kühlenden Luftſtrom unterhält, der ſo lange andauert,

*) Mit gepulvertem gebranntem Kalk und Kohlenpulver gefüllte Zwiſchenräume der Kaſematten-Mauern, Stein-Fußböden ꝛc. halten nicht nur warm, ſondern zugleich auch die Menſchen, Schießpulver ꝛc., Getraide umgebende Luft trocken und frei von Erdausdünſtungen.

bis die Kugel und ihre luftige Umgebung gleiche Temperatur haben. Fragt man nun aber was denn in den ſtarren Subſtanzen, als den eigentlichen Wärmeleitern, die Größe ihres Leitungsvermögens beſtimmt? ſo gewähren die hieher gehörigen Verſuche der Phyſiker noch keinesweges erſchöpfende und mithin auch noch keine befriedigenden Ergebniſſe; doch fehlt es nicht an hieher gehörigen, aus den übrigen Eigenſchaften und den Beſchaffenheiten der Wärme-Leiter gefolgerten Winken. Es ſind nämlich, erfahrungsgemäß, unter allen ſeither bekannt gewordenen irdiſchen Einzelweſen die (unverbrannten und unvererzten) ſtarren Metalle die vorzüglichſten Wärmeleiter; ihnen folgen die mehr oder weniger verbrannten Metalle, dieſen die nicht brennbaren übrigen Grundſtoffe, und am wenigſten leitend verhalten ſich die brennbaren unmetalliſchen Grundſtoffe und deren unter ſich geſchloſſene chemiſche, ſo wie organiſche Verbindungen. Sezt man z. B. die Leitung beim Golde gleich 2004, ſo verhält ſie ſich (Despretz's Verſuchen gemäß) beim Silber gleich 1950 und bei den nachbenannten Materien — wie die beigeſezten Zahlen: Kupfer 1800, Eiſen 750, Zink 729, Zinn 609, Blei 360, Marmor 47, Porzellan 24,5 und bei'm Ofenthon nur gleich 22,8 (was am ſchlechteſten Wärme leitet, hält, einmal erhizt, am längſten warm); hienach, ſollte man meinen, müßte das Leitungsvermögen mit der Dichte der Materien einigermaßen im Verhältniß ſtehen; allein vergleicht man die zugehörigen Dichten z. B. nur der genannten Metalle, ſo ſpringt das Nichtzutreffen dieſer Vermuthung in die Augen. Denn, wenn auch unter ihnen das Gold der dichteſte Körper iſt, ſo iſt doch Blei dichter als Silber, Zink dichter als Eiſen, und ebenſo Zinn u. ſ. w.; ſo wie denn auch das dichteſte aller Metalle, das Platin, zu den ſchlechteſten, und Kalium, eines der wenigſt dichten (und überhaupt einer der am mindeſten Eigengewicht darbietenden Körper), zu den vorzüglichen Wärmeleitern gehört. Eben ſo wenig kann auch die größere oder geringere Verſchiebbarkeit der Theilchen das Maß der Wärmeleitung bedingen; denn Gold und Platin ſind nahe gleich weich, und Blei und Zinn ſind ſehr weiche Metalle *). Auch das Schall-Leitungsvermögen, was man vielleicht hinſichtlich der Beweglichkeit (Verſchiebbarkeit) der Grundkörperchen hiebei berückſichtigen zu dürfen glauben möchte, nimmt jene Vermuthung keineswegs in Schutz; denn Eiſen leitet den Schall beſſer

*) Nach Richmann leitet Blei beſſer als Zinn, dem Eiſen, Kupfer und Meſſing folgen; nach Ingenhouß geht dagegen Silber dem Golde vor, dieſes dem Kupfer und dieſem folgen: Zinn, dann in weitem Abſtande Platin, Eiſen und, zunächſt dem am ſchlechteſten leitenden Blei, der Stahl; m. Experimentalphyſ. II. 587. Eis leitet bei 20° F. (= 6°,67 C. oder 5°,33 R.) d. h. ſo lange es vollkommen Eis bleibt, hingegen nicht, wenn es zu ſchmelzen beginnt; daher nicht bei Temperaturen etwas über 32° F. (0° C.). Nach Gr. Rumford nimmt bei nachbenannten Subſtanzen die Leitung in folgender Ordnung ab: Linnen, Baumwolle, Schafwolle, rothe Seide, Biberhaar, Eiderdaune und Haſenfüllhaar.

als Kupfer, dieſes beſſer als Silber und dieſes wieder vorzüglicher als Zinn; m. Experimentalphyſ. II. 359. *Diamant* (gediegener Kohlenſtoff oder Carbon), unter allen bekannten Körpern der *härteſte* (er rizt Saphir, d. i. kryſtaliniſche gediegene Thonerde oder gediegen Alumoxyd), von 3,4 bis 3,6 Eigengewicht (Eigendichte: die des reinſten Waſſer's von 4° C. gleich 1 geſezt) ſteht dem ſchlechteſt leitenden Metalle, den meiſten (vielleicht allen) Metalloxyden, und daher auch dem grünen *Glaſe*, d. i. kieſelſaurem (oder ſilicſaurem) Laugemetalloxyd, an Leitungsvermögen beträchtlich nach, und dieſes, obgleich es zwar 2,642 Eigengewicht, aber geringere Härte hat als ächtes Porzellan (deſſen Eigeng. bei'm Meißner gleich 2,493 iſt und das am Stahle Funken ſchlägt) geht lezterem an Leitungsgüte vor, u. m. dgl. Vergleicht man ferner die *verſchiedene Ausdehnbarkeit* der Körper *durch* die *Wärme*, ſo ſcheint auch aus dieſer ein Wink über die Natur der Leitung ſich zu ergeben; geht man aber genauer auf dieſe Verhältniſſe ein, ſo ſtößt man auch hier auf mehr oder weniger beträchtliche Abweichungen. So dehnt ſich innerhalb des Eis- und des Waſſerſiedepunktes, für jeden Grad C. das *Zink* um $^1/_{32200}$, das Glas nur um $^1/_{116100}$ und Holz gar nur um ſo wenig der Länge nach aus, daß die Verlängerung ſeiner Faſer kaum durch eine Erhitzung von ganzen 100 Graden C. meßbar wird (woran einigermaßen jedoch auch die bei deſſen Erhitzen eintretende Krümmung ſeiner Grundkörperchen Theil haben dürfte; oben S. 46 Anm.); dieſe Ausdehnungen wachſen nun bei Temperaturen über 100° C. zwar im Allgemeinen in um ſo größern Verhältniſſen, je mehr man die Temperatur ſteigert, aber bei den verſchiedenen Materien in hohem Grade *ungleichförmig*; wie denn z. B. bei einer Temperatur, bei welcher ein Luft-Thermometer 300° C. zeigt, eines aus *Eiſen* ſich auf 372°,6 eines aus *Kupfer* auf 328°,8 eines aus *Platin* auf 311°,6 und eines aus *Glas* auf 352°,9 — alſo ſich zwiſchen Kupfer und Eiſen ſtellend, erhebt; vergl. oben S. 54 *).

k) Was zuvörderſt auf das Wärme-Leitungsvermögen entſchiedenen Einfluß haben muß, iſt die Abkühlung nicht nur durch *Ausſtra-*

---

*) Füllt man verſchiedene, übrigens vollkommen gleiche, ſchon mit Hohlkugeln verſehene Thermometerröhren mit *verſchieden gearteten tropfbaren Flüſſigkeiten*, beſtimmt dann bei jedem derſelben die Haupt-Scalenpunkte, den Eisſchmelz- und Siede-Punkt, auf gleiche Weiſe, und theilt nun die Zwiſchenräume dieſer Punkte gleichförmig ein und vergleicht ſie darauf mit einem Merkur- oder auch mit einem Luft-Thermometer (oben S. 62 Anm.) ſo verhält ſich ihr Gang ſehr ungleich; wie nachſtehende Ueberſicht darthut:

Merkur.	Weingeiſt.	Fettes Oel.	Waſſer.	Salzwaſſer.
100°	100°	100°	100°	100°
75°	70,25	74,1	57,25	71,37
50	43	49	25,6	45,37
25	20,5	24,1	5,1	21,6
0	0	0	0	0

lung, ſondern auch jene durch Innenſtralung, ſo wie die von der Adhäſion zur Luft (zum Medium) mehr oder weniger abhängige Wärme-Mittheilung an die Luft*). Wir haben zwar oben zur näheren Beſtimmung des Vorganges der Leitung die Ausſtralung, ſo weit ſie von der Glätte abhängig iſt, gleich geſezt; es iſt aber gewiß: daß auch bei vollkommen gleicher Glätte und völliger übriger oben gedachter Gleichheit anderweiter Bedingungen bei verſchieden gearteten Materien dennoch die Ausſtralung in gleichen Zeiten ungleich groß iſt. Der Grund hievon kann nun zunächſt nur in der Innenſtralung, d. i. in der durch die Structur der Körper, alſo durch die Stellung ihrer Molekel in Beziehung auf Grundkörper-Darſtellung (ſ. oben S. 87) bewirkten Innenſpiegelung der Wärme beruhen, und wir müſſen dieſe als die Hauptquelle der weſentlichen Abweichungen der Stoffe in Beziehung auf Leitungsgüte betrachten; wo dieſe Innenſpiegelung am größten iſt, wird auch, alles Uebrige gleichgeſezt, die Leitung am vorzüglichſten ſein. Jedes Metall, auch das leichteſte (das Kalium) nicht ausgenommen, ſpiegelt aber in ſich (ſein Glanz iſt, wie der aller Metalle, ein durchgreifender, nach allen Richtungen ſich erweiſender) ſtärker als irgend eine unmetalliſche Materie, und Wärmeſtralen werden vermöge dieſer großen Innenſpiegelung, ſofern ſie aus dem Innern des Metalles hervorzutreten im Begriffe ſtehen, zum größten Theile in daſſelbe zurückgeworfen, und dieſelbe Atomenſtellung innerhalb jedes einzelnen Molekel, welche dieſes in den Stand ſezt, die von Außen zu ihm gelangenden Stralen zum größeren Theile wiederum zu ſpiegeln (zu reflectiren; oben S. 102) und am Eindringen zu hindern, ſie iſt es auch, welche innerhalb der Grundkörperchen möglichſt vollſtändige Innenſpiegelung zur Folge hat, und nur dadurch unterſcheidet ſich dieſe Innenſpiegelung von jener Außenſpiegelung: daß beim Spiegeln von Molekel zu Molekel die jedem Molekel zubewegten Stralen (Wellenreihen) von demſelben ſtets im

*) Faßt man eine mit einem ihrer Enden, innerhalb eines Schmiedefeuers, bis zum Glühen erhizte eiſerne Stange an dem aus dem Feuer herausragenden minder heißen Ende mit der Hand an, um ſie dem Feuer zu entziehen, ſo fühlt ſie ſich nun weniger heiß an, als in dem Augenblicke, wo man ſie ſchon ganz herausgezogen hat; die Haut der Hand haftet (adhärirt) mehr der kühleren als der heißeren Stange (denn Wärme wirkt der Adhäſion entgegen) und es kommt daher erſt nach dem Herausziehen zur innigeren Berührung zwiſchen Handhaut und Eiſen und damit zur ſchnelleren Ableitung der Wärme von der Stange zur Haut, als zur Zeit, wo die Stange heißer war. Auf ſtark glühendes Eiſen kann man mit der Hand ſchlagen, ohne ſich zu verbrennen, nicht aber auf ſchon im Abkühlen begriffenes. Einen Keſſel mit ſiedendem Waſſer kann man im Momente des Abhebens vom Feuer unten mit der flachen Hand berühren, ohne allen Nachtheil, gleich darauf aber, ſo wie des Keſſelbodens Außenfläche ſich durch Wärmeentſtralung etwas gekühlt hat, verbrennt man ſich. Fiſcher entfernte einen ſilbernen über eine Lichtflamme erhizten Löffel von der Flamme; der Stiel fühlte ſich nach der Entfernung weit heißer an, als während die Flamme den breiteren Theil des Löffels berührt hatte.

mehr oder weniger beträchtlichen Grade und jedenfalls von jeder einzelnen Fläche mehr als noch einmal ſo ſtark gedämpft (verſchluckt) werden, als ſolches bei einem eben ſo großen Theil der Außen-Spiegelungsfläche der Fall iſt, der keine Gegenfläche die bereits geſpiegelten Stralen zurückwirft, was jedoch im Innern zwiſchen je zwei Gegenflächen eintritt; ſo daß ſich alſo die Innenſpiegelung, unmittelbar nach ihrem Eintritt, dem größten Theile nach in Wärme-Mittheilung verwandelt und innerhalb jedes Grundkörperchen von Molekel zu Molekel fortpflanzt: nach dem allgemein geſetzlichen Verhältniß der Bewegungsmittheilung zwiſchen ungleich ſtark bewegten aufeinander treffenden Materien; oben S. 86. Aus dieſem Grunde bilden auch die einem Ende eines Leiters ertheilten Temperatur-Veränderungen nach dem entgegengeſezten Ende hin, Abſtand um Abſtand betrachtet, eine abnehmende geometriſche Reihe (oben S. 92); wie ſolches Verſuche mit Metallſtangen zur Genüge gezeigt haben *).

*) Läßt man zwei vierkantige, hinreichend dicke und breite Stangen von Blei, dergeſtalt durch den Guß formen, daß jede derſelben von einem Ende zum andern, in gleich großen Abſtänden, dieſelbe Zahl von halbkugelförmigen Vertiefungen darbietet, legt dann beide Stangen ſo auf einander, daß ihre Vertiefungen genau auf einander treffen und je zwei derſelben einen kugligen Hohlraum einſchließen groß genug: eine Thermometerkugel in ſich aufzunehmen, bohrt nun auf der einen Seite dieſer kugliligen Vertiefungen, in jede derſelben, ein Loch genau ſo weit: daß eine Thermometerröhre hineinpaßt, öffnet jezt, mittelſt theilweiſen Auseinanderhaltens der oberen Fuge, dieſe Vertiefungen ſo weit: daß man in jede derſelben, den kugeligen Hohlwandungen genau anſchließend, ein Thermometer mit ſeinem Kügelchen einzuſenken vermag, klappt hierauf beide Stangen wieder zu, bindet ſie mit etwas Bindfaden oder ohnfern jedes Endes mit einer ſeidenen Schnur feſt zuſammen, und hängt ſie an den freien Enden dieſer beiden Schnuren dergeſtalt in trockner Luft freiſchwebend auf: daß die Thermometerröhren ſenkrecht in die Höhe ragen, ſo hat man hiemit eine Vorrichtung, welche in den Stand ſezt, obiges Wärme-Mittheilungsgeſetz, innerhalb einer und derſelben Art von Leitern, durch ſehr einfache Verſuche leicht nachweiſen zu können. Man darf z. B. nur das eine Ende der zuſammengebundenen Stangen mit einer gemeinſchaftlichen mittleren Vertiefung verſehen laſſen, groß genug: ungefähr ein Quentchen Vitriolöl oder ½ Quentchen ungelöſchten Kalk und 2 Quentchen Waſſer aufzunehmen (ohne daß die gemiſchte Flüſſigkeit den oberen Rand der Vertiefung erreicht) und dann zuerſt das Vitriolöl oder den Kalk und hierauf das Waſſer hineinzuſchütten, oder Falls ſie groß genug: ein Loth ſiedendes Waſſer zu faſſen (das man dann beliebig durch Flämmchen einer kleinen unter zu ſtellenden Weingeiſtlampe heiß erhalten kann), ſo wird man bemerken, daß das nächſte Thermometer die höchſte, das folgende eine weniger hohe, das darauf folgende eine noch einmal weniger hohe und ſofort Temperatur-Steigerung darbietet. Bringt man ſtatt des Hitze erzeugenden Gemiſches oder des heißen Waſſers etwas Aether in die Vertiefung, ſo wird die durch deſſen Verdampfung entſtehende Kälte (oben S. 82), dem entgegengeſezten Ende zu, ſich in gleichem Verhältniß vermindert zeigen, wie im erſteren Verſuche die Wärme. Je dünner übrigens hiebei die Bleiſtangen (oder überhaupt die Leiter) ſind, um ſo eher nimmt begreiflich im erſteren Falle die erhöhte, im lezteren die erniederte Temperatur ab, d. h. um ſo langſamer pflanzt ſich in ihnen der Theilchen gegen Theilchen ſtatt habende Temperaturwechſel fort; daher können ſehr dünne Platten oder Dräthe gut leitender Metalle dicht neben der an ihnen zum Glühen gebrachten Stelle von den Händen berührt werden, ohne daß dieſe durch Hitze irgend verlezt würden. Je dicker hingegen die Platten oder Dräthe waren, um ſo längere Zeit muß darauf ver-

l) Da jedoch die verſchiedenen Metalle bei gleichen Erhöhungen ihrer Temperatur nicht alle um gleich viel an Leitungsgüte gewinnen, ſo kommt es bei hiehergehörigen Verſuchen nicht ſelten zu Verhalten, die im erſten Augenblick denen für weniger hohe Temperaturen bekannten Leitungs-Größen zu widerſprechen ſcheinen. So ſah Fiſcher, als er gleiche Stückchen von Silber und Platin der Hitze des kochenden Waſſers ausſezte, beide die Wärme ziemlich gleich ſchnell leiten; denn ein Wachsüberzug wurde an dem einen nicht viel weiter als am andern weggeſchmolzen; brachte er aber die Enden in eine Flamme, ſo wurde weit mehr vom Wachs an dem Silber weggeſchmolzen, als am Platin, obgleich lezteres ſichtbar glühete; es wächſt alſo die Leitungsgüte des Platin in höheren Temperaturen nicht ſehr beträchtlich, bei Silber hingegen ſehr raſch und ſehr merklich, und dieſes iſt zugleich der Grund, warum das Platin ſo leicht erglüht, während bei beſſer leitenden Metallen die zur Gluth erforderliche Wärme ſofort zu den nicht erhizten Stellen durch Leitungszunahme entführt wird. Uebrigens dürfte auch das abgewendete, aus der Flamme heraus ragende Ende des Platin, in Fällen wo es von Luft abhaltenden Ueberzügen (z. B. von Wachs) frei iſt, ſchon darum ſich kühler zeigen, weil es unter allen Metallen (nächſt dem Irid-Metall) nahe am ſtärkſten durch Anziehung verdichtend auf das Oxygengas der Luft wirkt (was bei dem ſog. Platinſchwamm, d. i. dem ſehr fein zertheilten Platin der Platinfeuerzeuge, ſich am auffallendſten zeigt) und mithin, dieſes Gas an ſich verdichtend es auch erwärmt und ſo, durch Wärme-Mittheilung an die umgebende Luft ſich mehr oder weniger abkühlt. — Außer der großen Innenſtralung hat nun jedoch allerdings auch die Dichte und vielleicht mehr noch jene eigenthümliche Art von Anziehung auf die Abänderung des Leitungsvermögens Einfluß, welche überhaupt die Starrheit, und wo ſie ungeſtört waltet die Kryſtalliſation (d. i. Selbſtbegränzung zu Geſtalten, deren Seitenflächen einander unter meßbaren Winkeln begränzen, und hierin jenen mathematiſchen, oder, beſtimmter geſprochen: geometriſchen Körpern ähneln, welche von Gegen-Flächen, Kanten und Ecken eingefaßt erſcheinen *). Es iſt aber jene die Kryſtalliſation bedingende

---

wendet werden, um ſie z. B. zum Erglühen zu bringen, und um ſo weniger bleibt nun die, die Nähe der erglühten Stelle berührende Hand unverlezt.

*) Vergl. m. Grundzüge I. 56 ff. — Viele Naturforſcher machen keinen Unterſchied zwiſchen Materie (d. i. zwiſchen der räumlich ausgedehnten, theilbaren, mechaniſch unverdrängbaren oder ſog. undurchdringlichen und trägen Subſtanz der leiblichen Dinge; oben S. 5) und Körper. Bezeichnet man dagegen, wie es z. B. von mir ſeit 1804 geſchah, mit dem Worte Körper die Materie: inſofern ſie, in Folge beſonderer Gegen- und Mitſammen-Wirkung ihrer eigenen Theilchen, ſich ſelbſt begränzt und durch Einwirkung von Außenwärme an dieſer Selbſtbegränzung nicht gehindert wird, mithin: in ſo weit ſie ihre Räumlichkeit als ſelbſtändiges Ganze behauptet, oder, was daſſelbe ſagen will, nennt man nur die durch Selbſtbewegung zu eigenen

Anziehung nie eine einfache, d. h. ſie iſt nie Erfolg nur *einer* thätigen Urſache (nur einer Art von concentriſcher Bewegung) oder

---

Gränzen gelangte, d. i. die *geſtaltete* Materie: *Körper*, ſo hat man ſich aus einem dergleichen Körper nur den leiblichen Inhalt, alſo die Materie ſelbſt, hinwegzudenken, um von der Natur (und nicht von der Idee) ausgehend zu dem Begriffe des mathematiſchen oder geometriſchen Körper's zu gelangen. Die Größenlehre (Mathemathik) verfährt jedoch nicht in dieſer vermittelnden und verneinenden Weiſe, um auszuſagen was ein geometriſcher Körper iſt, ſondern ſie erbauet ſich deſſen Begriff — hiebei, wie in allen ähnlichen Geiſtesverrichtungen von allem Zufälligen abſehend und nur das unerlaßlich Nothwendige ins geiſtige Auge faſſend — aus ſeinen nothwendigen urſächlichen Anfängen, d. h. aus ſeinen weſentlichen Theilen, oder ſie läßt ihn aus denſelben entſtehen: nach nothwendigen (unausweichlichen) und daher beſtimmten und unabänderlichen Geſetzen des veranſchaulichenden Denkens. Alle Körper, ſeien ſie nun geſtaltete Materie oder bloße ſelbſtändige Raumumfänge (geometriſche Körper) haben mit der Materie gemein: die Ausgedehntheit und die daraus entſpringende Theilbarkeit, und laſſen in erſterer Beziehung ihren Inhalt ſammt Begränzung nach drei Hauptrichtungen oder *Dimenſionen* bemeſſen: nämlich nach der Längen-, Breiten- und Tiefen-Richtung, die man auch die *erſte*, *zweite* und *dritte* Ausdehnungsrichtung oder *Dimenſion* zu nennen pflegt, von denen die zweite auf die erſte, und die dritte auf die erſte und zweite *ſenkrecht* geht, wie folgende Darſtellung erläutern möge. Geſezt es befinde ſich Taf. I. dieſes Handbuchs in wagerechter Lage (oben S. 46 Anm.) und es ſtelle daſelbſt in Fig. 12 die Linie C E die *erſte* Dimenſion vor, ſo wird die *zweite* durch die Linie B D vorgeſtellt; denken wir uns nun noch eine dritte gerade Linie, die, während ſie ſenkrecht (a. a. O.) gegen die Fläche der Taf. gerichtet erſcheint, mit ihrem der Taf. zugewendeten Ende den Punkt berührt: wo die Linie C E von B D getroffen wird, (während das andere Ende dem beſchauenden Auge zugewendet iſt), ſo geht dieſe dritte Linie ſowohl auf die erſte als auf die zweite ſenkrecht und veranſchaulicht mithin die dritte Dimenſion. Denken wir uns nun ferner, daß die Urſache der räumlichen Ausdehnung nur in der erſten Dimenſion, aber weder in der zweiten noch in der dritten wirkte, ſo gäbe dieſes zwar „Längung" im Raume, aber weder „Flächung" noch „Dickung," und *Fläche* würde nur werden: wenn in den beiden erſten Dimenſionen, und *Dicke* (und damit zugleich *Inhalt*, d. i. vollendete Körperlichkeit) nur werden: wenn außerdem auch noch zugleich in der dritten Dimenſion auf bemerkte Weiſe gewirkt würde; übrigens gilt bei ungleich großen Dimenſionen die größte als die *erſte* (und heißt kurzweg *Länge*) die hierauf folgende als die *zweite* (genannt *Breite*) und die kürzeſte als die *dritte* (namentlich bezeichnet durch *Dicke*). Denkt man ſich nun die beiden erſten Dimenſionen mit einander von beſtimmter Größe verbunden und durch Linien begränzt, ſo wird die daraus entſtandene *begränzte Fläche* genannt: eine *mathematiſche* oder *geometriſche Figur*. Dieſe Figuren ſind entweder von geraden oder von krummen Linien, oder theils von geraden und theils von krummen Linien begränzt: im *erſteren* Falle ſind wenigſtens *drei gerade* Linien zur Flächenbegrenzung erforderlich; im *anderen* kann *eine krumme* Linie dazu ausreichen: Falls ſie in ſich ſelbſt zurückgeht. Der *Begriff der Linie* überhaupt ſezt den der unausgedehnten Oertlichkeit, d. i. den des *Punctes* und jenen der *Bewegung* voraus; denn denken wir uns einen Punkt im Wechſeln des Ortes begriffen, ſo gewährt er die *Linie*. Bleibt dabei die anfängliche Richtung *unverändert* dieſelbe, ohne nach der einen oder der anderen Seite abzulenken, ſo iſt die Linie eine *gerade*; die, wenn ſie an *einzelnen* Stellen umgelenkt wird (gebrochen wird) aufhört: um in eine neue, zweite, dritte u. ſ. w. gerade Linie überzugehen und dann betrachtet werden kann und muß: als eine Verbindung mehrerer geraden Linien, von denen jede einzelne eine beſondere Richtung einhält. Aendert ſich hingegen die Richtung des bewegten Punktes nach einer Seite hin: von jeder unausgedehnten Oertlichkeit zur nächſtfolgenden, oder iſt — was daſſelbe ſagen will — die Linie nach einer Seite

Kraft, ſondern ſtets ein Erzeugniß mehrerer zuſammenwirkender Anziehungen, deren man hiebei mindeſtens drei weſentlich verſchiedene nachweiſen kann: eine welche in dem Flüſſigen wirkte, bevor es überhaupt zum Erſtarren gelangte; es iſt jene nach allen Dimenſionen Punkt für Punkt gleich ſtark wirkende Anziehung, welcher das Tropfbarflüſſige ſeine Kugelung verdankt (alle Tropfen ſind an ſich kuglig, werden aber durch äußere Einflüſſe, z. B. durch Wirkung der Schwere beim Fallen, durch Anziehung der feſten Unter-

---

hin Punkt für Punkt gebrochen, ſo gibt dieſes eine krumme Linie. Solch eine Linie iſt z. B. auch der Kreis, den man am vollkommenſten mit Hülfe eines Cirkels zieht (manche Phyſiker nennen, begriffswidrig, auch den Kreis einen Cirkel), deſſen Umfang (Peripherie) man in 360 Grade theilt und deſſen Durchmeſſer (Diameter) und Halbmeſſer man erhält, wenn man durch den Mittelpunkt (von dem aus jeder Kreistheil gleich weit fernt) dergeſtalt eine gerade Linie zieht, daß ſie mit jedem ihrer beiden Endpunkte einen Punkt des Kreiſes berührt; beide auf ſolche Weiſe getroffene Punkte ſtehen einander gegenüber und ſind daher diametraliſche oder Durchmeſſer-Gegen-Punkte, und der Abſtand vom Mittelpunkt des Kreiſes bis zu irgend einem Gegenpunkt (oder überhaupt bis zu irgend einem Punkt) deſſelben mittelſt einer geraden Linie beſtimmt, gibt die Hälfte des Durchmeſſers, d. i. den Halbmeſſer (Radius oder Semidiameter) des Kreiſes. Denken wir uns dieſe (die Richtung des Halbmeſſers bezeichnende) gerade Linie: als eine ſich um den Mittelpunkt bewegende, ſo heißt ſie Flächen-beſchreibender Halbmeſſer (Radius vector) und denken wir uns den Kreis ſelbſt: als um die beiden Gegenpunkte ſeines Durchmeſſers, und mithin um den Durchmeſſer ſelbſt ſich herum bewegend, ſo entſteht uns die Kugel, d. i. derjenige mathematiſche Körper, der innerhalb der kleinſten Umfläche den größten Inhalt beſizt, und die hiebei den Durchmeſſer vorſtellende gerade Linie heißt nun die Axe der Kugel, während die zugehörigen End- oder Gegen-Punkte dieſer Axe: die Pole derſelben (oder die Pole des — in Umdrehung begriffenen — Kreiſes) genannt werden. Jeder andere außerhalb eines ſolchen Kreiſes durch deſſen Pole gelegte Kreis iſt ein größter Kreis; jener hingegen, welcher um einen Viertelkreis (um einen Quadranten) Abſtand von beiden Polen (alſo den erſten Kreis in zwei Gegenpunkten ſchneidend, von denen jeder von den Polen um 90 Grade fernt) ſo in den erſten Kreis gelegt wird, daß beide Kreiſe einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt und zwei gegenſeitige Durchgangspunkte darbieten, theilt den erſten Kreis in zwei gleiche Bogengrößen, deren jede 180 Grad umſpannt, und die daher auch Halbkreiſe genannt werden, während der zweite Kreis ſelbſt, der ſolche Hälftung vollzieht, mit dem Namen des Gleicher's oder Aequator's belegt wird; die Gegen-Punkte, in denen beide Kreiſe ſich ſchneiden, die zugleich die Endpunkte eines Gleicher-Durchmeſſers ſind, heißen die Pole des Aequators. Jeder Kreis, der durch die Pole eines gegebenen Kreiſes geht, ſteht auf dieſen ſenkrecht. Kreiſe, welche einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt aber ungleiche Durchmeſſer haben, ſind mittelpunktig-gleich oder concentriſch, und einander ähnlich; weil ſie, als einander gleichlaufend, einerlei Grade haben; wiewohl die den Gradabſtänden zugehörigen Bogenſtücke des äußeren (größeren Durchmeſſer habenden) Kreiſes länger ſind, als jene des inneren Kreiſes. Hätten dagegen beide Kreiſe zugleich auch gleich lange Durchmeſſer, ſo würden ſie einander nicht nur ähnlich, ſondern auch gleich, oder wie die Mathematik ſpricht: congruent ſein (auf einander paſſen; einander decken); denn Aehnlichkeit ſezt Einerleiheit der Merkmale (hier die der Grade des Kreiſes), Gleichheit hingegen: durchgängige Uebereinſtimmung der Größen, der Eigenſchaften und der Beſchaffenheiten, voraus. Das Größen-Längen-Verhältniß des Kreisdurchmeſſers zum Kreis-Umfang (des Diameter's zur Peripherie) iſt nahe wie 355 zu 114. Vergl. m. Grundzüge d. Phyſik und Chemie II. 88 und I. 16.

lage auf der ſie ruhen u. ſ. w. mehr oder weniger verzerrt; kleine Waſſertropfen, welche man wenige Zoll hoch auf mit Fett beſtrichene und dann mit ſog. Bärlapſamen oder Semen Lycopodii beſtäubte Glastafeln fallen läßt, ſind nahe vollkommen kuglig; m. Grundz. I. 143) und die ich vorzugsweiſe Cohäſion genannt habe. Ihrem Wirken verdankt das Tropfbare ſeine nach allen Richtungen gleichförmige Verſchiebbarkeit und den daraus entſpringenden — ſofern ſie durch ihre eigene Höhenlaſt nicht je tiefer je mehr zuſammengedrückt werden — gleichen Widerſtand ihrer Theile. Sie iſt in ihrem Wirken der Schwere (oben S. 46) ähnlich, macht ſich daher auch über die Grenze jedes einzelnen Tropfens hinaus merklich (wie zwei Waſſer- oder Tinte-Tropfen zeigen, die, an Stäbchen hängend, einander genähert werden; noch ehe ſie ſich berühren ziehen ſie ſich ſichtbar aus der Ferne her an) und kann als Abkömmling derſelben betrachtet werden, unterſcheidet ſich jedoch dadurch von derſelben: daß die Wärme ihr entgegenwirkt und (das Tropfbare in Gas wandelnd) ſie aufhebt. Sehr ſichtlich wird ihr Wirken außer der Tropfenbildung bei der Erzeugung der den Dunſt zuſammenſetzenden Dunſtbläschen (oben S. 86). Erhärten die Hüllen von dergleichen einander zu Gruppen genäherten Dunſtbläschen, ſo erzeugen ſie ein zelliges Gefüge (Zellgewebe), und kommt es dabei zu Annäherungen unter Belaſſung eines gemeinſchaftlichen Zwiſchenraums, ſo gibt dieſer Kanäle oder Längengefäße, während deren Vereinigung: mit Durchbrechung verbunden, zur Darſtellung von ſelbſtändigen oder eigentlichen (organiſchen) Gefäſſen führt. Alle organiſche Körper, ſofern ſie zu den Lebensverrichtungen nothwendig erſcheinen und nicht von dem Organismus förmlich ausgeſtoßen oder todt in ihm abgelagert worden: ſind krummlinig begrenzt, und alle organiſche Entwicklung beginnt mit der Bläschen-Bildung, d. i. mit der Kugelung; alſo mit derjenigen Körperform, in welcher die Theilchen der zugehörigen Subſtanz einander am meiſten angehören, da ſie, gegenſeitig ſo nahe wie möglich gerückt, am wenigſten dem Einfluſſe der Auſſendinge blos geſtellt erſcheinen. Es laſſen ſich dergleichen Dunſtbläschen (oben S. 86 Anm.), auch Dunſtkügelchen oder Nebelbläschen genannt, mittelſt eines Mikroskops leicht geſondert wahrnehmen, wenn man ſie während der Beſchauung, indem man z. B. in einer Nebelſchicht oder Wolke ſteht, über einen ſchwarzen Grund hinwegſtreichen läßt; ſ. oben S. 6 — 10 und 103 Anm. ſo wie auch m. Hdb. d. Meteorologie I. 398 und m. Experimentalphyſik 2te Aufl. I. 271 ff. Der Durchmeſſer der größten beträgt $^1/_{2780}$, jener der kleinſten $^1/_{4500}$ Zoll; ſ. jedoch w. u. Zerplatzen ſie an kalten Gegenſtänden, in Folge gegenſeitiger Flächenziehung (Adhäſion) ſo erſcheinen dieſe bethauet (beſchlagen, angehaucht ſ. S. 108) und bevor es zum Bethauen irgend eines kalten Gegenſtandes kommt, geht der den Thau entlaſſende Waſſerdampf (das Waſſergas) in Dunſt über; wenn auch nur ganz nahe dem kalten Körper. Ahmen

wir, von kalter Luft umgeben, warme Luft unſerer Lungen aus, ſo geht alsbald das in dieſer ausgeathmeten Luft mit befindliche Waſſergas in Waſſerdunſt über, und bildet ſo den ſichtbaren Hauch. Aehnliches gewährt der „Rauch der Schornſteine“ oder „Feuereſſen“, wo jedoch nicht nur Waſſerdampf, ſondern auch Dämpfe von Holzſäure und brenzlich-öligen Erzeugniſſen, und außerdem noch wirklicher Rauch mit zugegen ſind. Lezterer beſteht, wie bereits a. a. O. angedeutet worden, aus ſtarren Theilchen, die theils Dampf einſchließen, theils von ihm umgeben und durch beiderlei Verbindung von ihm empor getragen werden; im bemerkten Falle ſind dieſe Theilchen, die Ruß-Grundkörperchen (Rußpartikeln), nicht ſelten kuglige Körperchen, die in einen langen Strahl auslaufen; m. Meteorologie I. 2. S. 23. Die Wolken beſtehen, nachdem ſie höher oder tiefer zu Stande kommen und gehen, entweder aus Dunſt- oder aus Eis-Hüllen-Anhäufungen. Nicht nur in Dunſt- ſondern auch in Rauch-Form entſteigen der Erdoberfläche ununterbrochen ungeheure Mengen wägbarer Materien, die dann, in Folge der mit den Höhen zunehmenden Abkühlung, theils Wolken, theils Hehrrauche (Höhenrauche, trockne Nebel) und verwandte dunſtige oder rauchige Luft-Erſcheinungen gewähren, theils, durch Winde zuſammengetrieben und durch elektriſche Anziehungen verbunden, als feſte Körper (Stein- und Erde-Regen, Meteorſteine, Meteorolithen, Aerolithen, Schleimbälle ꝛc.) zur Erde fallen; indeſſen entſtammen höchſtwahrſcheinlich weder alle vier Arten von Hehrrauch (nämlich: Haide- oder Moor-Rauch, Gewitter-Rauch, Vulkan-Rauch und kosmiſcher oder Himmels- oder Welt-Rauch; m. Meteorolog. II. 548 ff., 562 ff.) noch alle Spielarten der beiden Haupt-Arten der nur Gemiſche und der außerdem auch den Bildungstheilen (oben S. 94 Anm.) verwandte Verbindungen enthaltenden Feuerkugeln und Schleimball-Maſſen (m. Meteorolog. I. S. 246, 395, 414 und 2. Abth. S. 395 ff. ſo wie II. 533, 538 und 585) ſondern nur die Mehrheit derſelben denen von der Erde aufgeſtiegenen Dämpfen, und theils daraus hervorgegangenen, theils dieſelben begleitenden Dunſt- und Rauch-Mengen, obgleich ſelbſt leztere ſchon äußerſt beträchtlich ins Gewicht fallen; denn lediglich aus den Clausthaler-Hütten (der Harz-Bergwerke) werden jährlich gegen 169000 Centner Erztheile und Erzbegleiter in Rauchform in die Luft gejagt, begleitet von den Verbrennungserzeugniſſen von nicht weniger als 45000 Centner Brennmaterialien; a. a. O. S. 342. Der ſogenannte Bergrauch, der an den Bergen in Waſſergas-reicher (gemeinhin durch ſüdweſtliche und weſtliche Winde herbeigeführter) Luft entſteht, ſobald die Bergflächen, Baum-Oberflächen und dergleichen ſich durch Wärme-Entſtralung hinreichend abzukühlen vermögen (oben S. 108 und ff.), das Rauchen der Flüſſe zur Winterzeit, ſo wie nach Gewittern, die mannichfachen Arten von Nebel und Wolken ꝛc. ſind ſämmtlich Dunſt-Erzeugniſſe (m. Meteorol. II. 552; ſo wie 183, 208, 548,

551 und 560; und 553). Zerplatzen die Dunſtbläschen einzelner Nebelſchichten (z. B. durch Hinzuſtürzen kalter Luftſtröme, wie dergleichen ſchon der Schatten hochgehender Wolken zu erzeugen vermag), indem ihre Hüllen durch Abkühlung ſich verkleinern und zueinander getrieben werden, ſo entſteht die unter der Benennung des Nebelnäſſens bekannte Art Regen der niedrigen Luftſchichten; erfolgt dergleichen in einzelnen hochlagernden Nebelſtreifen, ſo bildet ſich der Strich- und ſog. Sonnen-Regen. Zerreißen die einzelnen Haufenwolken angehörigen Dunſtbläschen, ſo erwächſt hieraus der Guß- oder Platzregen, und Falls hiebei mehrere ſolcher Wolken von heftigen Winden, Gewitterſtürmen u. ſ. w. zuſammen geſtoßen wurden: der Wolkenbruch, während das Zerreißen der Dunſtbläschen der geſchichteten oder gethürmten Haufenwolken oder Haufen-Schichtwolken und Gewitterwolken den gewöhnlichen mehr oder weniger weit verbreiteten Regen und Landregen ſogenannter ſtiller Gewitter, ſo wie den eigentlichen Gewitterregen zur Folge hat, der theilweiſe der Nebelbläschen weit ausgedehnter geſchichteter Haufenwolken, oder des ſog. Nimbus, hingegen zur Bildung der Regenſchauer führt. Erfolgt die Bläschenzerplatzung in einzelnen hochemporgetriebenen und dadurch ſowohl ungewöhnlich abgekühlten als auch von Außen her unter ſehr verminderten Luftdruck gerathenen Wolken, ſo entſteht hieraus der dem Strichregen verwandte Staubregen, während der Dunſtregen ſich aus einzelnen Schleierwolken dadurch zu bilden ſcheint, daß ſich kältere Luftſtröme zu ihnen herabſenkten, oder ſie von obenher beſtrichen; vergl. m. Meteorol. a. a. O. und S. 561 ff. daſelbſt. Bildung und Zerplatzung der Dunſtbläschen bei Temperaturen über 0° erzeugt Regen, bei Temperaturen unter 0° Schnee; erfolgt die Zerreißung der Bläschen nur an den (durch Wärmeentſtralung abgekühlten) Körpern, ſo gibt dieſes bei Temp. über 0° den Thau, bei Temp. unter 0° hingegen den Glatt-Reif (S. 108) und fällt Nebelnäſſen oder Dunſtregen auf mehr als eiskalten Boden (Steinpflaſter und dergleichen) ſo entſteht hieraus das Glatteis; während Abkühlung harter, vom Waſſer bedeckter Gegenſtände durch Wärmeentſtralung in Waſſer von nahe 0° C., die Bildung des eigentlichen Grund- und Ufer-Eiſes vermittelt, und ſehr allmäliges Abkühlen des Thaues bis unter 0° den gewöhnlichen weißen Schnee- oder Rauch-Reif entſtehen macht a. a. O. I. 396 ff. Eine in unſeren geographiſchen Breiten ſehr gewöhnliche Glatt-Reif-Bildung gewähren zur Winterzeit die gefrornen Fenſterſcheiben, die von außen her gekältet, von innen hingegen mannigfach und in ſehr ungleichen Richtungen von verſchiedentlich gekrümmten Waſſerdampf- und Waſſerdunſt-Schichtchen nacheinander berührt werden; wo dann jede vorhergehend gebildete Eisſchicht, in Folge ihrer Flächenziehung (Adhäſion) die Verflächung und damit die Ausbreitung oder Verbreitung des Dunſtniederſchlags auf und längs ihrer Oberfläche,

ſo wie an den Säumen herbeiführt, und ſo ihrer Seits zu den zum Theil höchſt mannigfachen Fenſtereis-Geſtaltungen beiträgt; S. 109.

m) Mit oder kurz vor dem Erſcheinen des Thaues verſchwinden die (Wärme rückſtralenden) Haufen-Wolken; warum? S. m. Meteorologie II. 2. S. 238 ff. Ueber Morgen- und Abend-Thau, vergl. a. a. O. und S. 560 daſelbſt. Der ſog. Honigthau iſt eine Folge des Mehlthaues, lezterer aber eine Anſammlung von „ſüße Ausſonderungen“ entlaſſenden Blattläuſen. Was deren Entwickelung und höchſt ſchnelle Fortpflanzung begünſtigt, iſt nicht ſelten der unter Sonnenbeleuchtung fallende Staubregen und ebenſo auch der gewöhnliche Thau, Falls ihm ſüdliche Winde folgen; a. a. O. S. 206 ff. Auch der ſog. Schleim-Regen (a. a. O. und S. 544 Anm. daſ.), iſt ein mit Abkömmlingen pflanzlicher und thieriſcher Erzeugniſſe geſchwängerter Regen, der, in vielen Fällen aus organiſchem Staube hervorgeht den zuvor Winde aufgewühlt und elektriſche Wolken aus der Ferne ſehr angezogen hatten. — (Ueber Meerrettig-, Lerchenbaum-Rinden- u. ſ. w. Aufguß als Mittel gegen Mehlthau und gegen Blattläuſe überhaupt; ſ. a. a. O. S. 206 Anm.) Der Thau nimmt übrigens nicht ſelten Theilchen der Pflanzen löſend in ſich auf, auf die er gefallen, und erſcheint nicht minder ſelten mit kleinen Antheilen von Salzen geſchwängert, die, zumal in der Nähe vom Meer, von Salzſeen, Salinen und dgl., nicht unbeträchtliche Beimiſchungen von verſchiedenen Salzen enthalten, welche Dünſte und dunſtreiche (zumal weſtliche) Winde mittelſt der Adhäſion ihrer Dunſtbläschen mit fortriſſen und ſo den Pflanzen zuführten. Des Mai- oder Maien-Thau wird zum Oefteren von Dichtern preiſend gedacht, damit die wärmere Jahreszeit rühmend, die mit ihm begonnen; Alchemiſten legten ebenfalls, jedoch undichteriſch und in wiſſenſchaftlicher Hinſicht durchaus irrig auf ihn und ſeinen (meiſt ſehr geringen) Salz-Gehalt großen Werth. — In m. mehr erwähnten Hdb. der Meteorologie unterſcheide ich zuvörderſt zwei Klaſſen von Wolken, Dunſtwolken und Eiswolken; erſtere gehören den niederen wärmeren, leztere jenen höheren kalten Luftbereichen an, in welchen tropfbares Waſſer (und mithin auch Hüllen der Nebelbläschen) nicht mehr zu beſtehen vermögen, ſondern in Eisblättchen übergehen, die ſich unter annoch zu beſtimmenden Winkeln gegenſeitig begrenzen und ſo einen hohlen, höchſt ausgedehnten Waſſerdampf enthaltenden Körper darſtellen, der, weil ſeine mittlere Dichte (mittleres Eigengewicht; oben S. 41—42) geringer iſt als die Dichte der ihn umgebenden dünnen Luft, von derſelben getragen wird, und der mit den übrigen ähnlichen Körperchen nur in ſofern zuſammenſtürzt und zuſammenſtürzend zerbricht und herabfällt, als ihn entweder Windſtöße mit ſeines Gleichen zuſammen treiben, oder als in ungleichen Höhen befindliche ungleich elektriſirte Wolken ſich gegenſeitig aus der Ferne her anziehen und, unter mehr oder weniger großer Zertrümmerung der Dunſtkörperchen, zum Zuſammenſtoßen

ihrer Gegenflächen gelangen, ſich außerdem aber von jedem der übrigen Körperchen fern erhält: weil jeder einzelne auf alle übrigen, kraft ſeiner gleichartigen Elektriſirung, abſtoßend wirkt, gemäß dem allgemeinen, am entſchiedenſten für die Elektricität und für den Magnetismus gültigen „Polaritäts-Geſetze“: in die Ferne wirkende gleichnamige (gleichartige oder gleichwerthe Anziehungs-Beſtimmungen oder) Pole ſtoßen ſich ab, ungleichnamige (ungleichartige oder ungleichwerthige) hingegen ziehen ſich an; ein Geſetz, das für den Magnetismus (die Benennung Magnet ſoll der ehemaligen altgriechiſchen Stadt Magnesia ihren Urſprung verdanken) ſchon veranſchaulichen laſſen: die allbekannten magnetiſchen Spielarten (z. B. der magnetiſche Angelhaken und die magnetiſchen Fiſche, Enten ꝛc.) einfacher jedoch je zwei freibewegliche (z. B. in ihrem Schwerpunkte mittelſt kleiner Vertiefungen auf Stiften ruhende oder an dünnen ungedrehten Seidenfäden oder dergleichen hängende) ſogenannte Magnetnadeln, d. h. Magnete in Stab- oder in Pfeil-Form, wie ſie die gewöhnlichen Compaſſe oder Bouſſole darbieten; indem jene Enden ſolcher Magnete, welche nach Norden weiſen, einander genähert ſich gegenſeitig abſtoßen, und ebenſo auch die nach Süden weiſenden, während das Nordende der einen Nadel das Südende der anderen, und in gleicher Weiſe das Südende der einen das Nordende der anderen anzieht, und das für die Elektricität (S. 7) ein Stückchen Bernſtein (griechiſch: Elektron genannt, woher das ganze Gegenwirkungs-Verhältniß mit allem ſeinem Zugehör die Benennung „Elektricität“ erhielt; eine Benennung, die mithin ihrem Urſprunge nach ſagen will: Eigenſchaft des geriebenen Bernſteins, oder: vergleichbar jener des geriebenen Bernſteins) und leichter noch ein Stück Stangenſchwefel, oder ein leicht zu reibendes Stück Glas, eine Glasröhre und dergleichen, wenn man ſie z. B. gegen Wolle, oder das Glas gegen Seide oder ähnliche unmetalliſche Körper reibt und nach der Reibung leichten Körperchen (z. B. Papierſchnitzeln) nähert, wo dann dieſe zuerſt aus der Ferne her von dem Bernſtein u. ſ. w. angezogen, hierauf jedoch, ſo bald ihnen mittelſt der aus der Anziehung erwachſenen Berührung die Eigenſchaften des geriebenen Bernſteins ebenfalls zu Theil geworden, nicht nur von dem Bernſteine ſondern auch unter ſich abgeſtoßen werden. Eine Vorrichtung, welche ſolch Elektriſiren durch Reiben nach größerem Maßſtabe gewährt, iſt die Elektriſirmaſchine, die erſt im 17ten Jahrhundert (S. 32) erfunden wurde, nachdem ſchon mehr denn zwei Jahrtauſende zuvor die erwähnten Erfahrungen über das Verhalten des geriebenen Bernſteins den Griechen und durch dieſe den Römern bekannt geweſen, und die erſten „hieher gehörigen Kenntniſſe“ wahrſcheinlich bereits vor vier- bis fünf-tauſend Jahren zu jenen Theilen tiefverborgener Natur-Einſicht gehörten, deren ſich die Prieſter Aegyptens und jene in Mittel- wie in Oſt-Aſien erfreueten.

n) Die verſchiedene Geſtalt der Wolken, und die damit zuſammenhängenden Zerſetzungs-Erſcheinungen derſelben, ſind erſt im Laufe unſeres Jahrhunderts näher beſtimmt und beſchrieben worden, vorzüglich durch Lucas Howard und Thomas Forſter; m. Meteorologie a. a. O. Die Hauptformen ſind hienach die Locken- oder Feder-Wolke, oder der Cirrus (zarte, entweder frei: in Form baumähnlicher Verzweigungen entwickelte, oder als Locken oder ſtatt deſſen auch als eine einander gleichlaufende Faſern herabhangende, oder zum Gewirre verbundene, und in dieſem Falle aus einem dichteren, muthmaßlich durch elektriſche, in jenen Höhen bei der dortigen Luftdünne in großen Fernen wirkſame Gegenflächen-Anziehungen gebildeten Theile der Wolke entſpringende Fäden), die Haufenwolke oder der Cumulus (in der einfachen Geſtalt halbkuglig, mit dem gewölbten Theil nach Oben, mit dem gewöhnlich genau wagerechten, wie horizontal abgeſchnitten erſcheinenden Theil nach Unten gerichtet; gewöhnlich jedoch aus mehreren dergleichen einfachen Geſtaltungen durch Ueber- und Nebeneinander-Stellung gehäuft und dann, Falls ſie am Horizonte als Begrenzer deſſelben geſehen werden: einem Gebirge ähnlich, deſſen Gipfel von der Sonne oder vom Monde beleuchtet erglänzen, während die Seiten und niederen Abhänge theils beleuchtet, theils beſchattet hervortreten) und die Schichtwolke oder der Stratus (oben und unten wagrecht begrenzte Nebelſchicht, wie man ſie in am meiſten geregelter horizontaler Begrenzung an heiteren Sommerabenden über Wieſen liegen ſieht). In m. Meteorologie habe ich, Zimmermann folgend, dieſen Hauptformen noch hinzugefügt die Schleierwolke oder den Schleier (Velum) d. i. unbeſtimmt begrenzter, von oben geſehen meiſtens wellenförmig gekräuſelt erſcheinender, ſehr dünner, große Erdflächentheile überdeckender Nebel, der, mehr verdichtet und von der Seite beſchauet als aus übereinander liegenden Wolkenſtreifen geſchichtete Nebelwand erſcheint und in dieſem Falle von Göthe durch die Benennung Streifſchichtenwolke oder Paries unterſchieden wurde; man könnte noch eine vierte, an heiteren Tagen, zumal im Frühling und Frühherbſt nicht ſeltene Hauptform: die Bandwolke (Vinculum) hinzufügen, d. i. ein einzelner, nicht in Faſern zertheilter, bandförmiger, ſchmaler (anſcheinend ein bis zwei Grad breiter, d. h. 2 bis 4 mal die Größe des ſcheinbaren Sonnen-Durchmeſſers darbietender), gemeinhin von einem Horizonte zum entgegengeſezten (z. B. vom weſtlichen oder abendlichen zum öſtlichen oder morgendlichen) reichender, nicht ſelten gedoppelt und dann im Scheitelpunkt (Zenith) gekreuzt erſcheinender Streifen, deſſen Arme im lezteren Falle gewöhnlich um 90 Grad von einander fernen, indeſſen mitunter auch kleinere und größere Abſtände darbieten (ſelten zeigen ſich die einzelnen Streifen ſolchen Kreuzes doppelt); a. a. O. II. 2. S. 553 ff. Ueber das Anſehen, das die Wolken ſie von Oben hinab, z. B. aus einem Luftſchiffe (oder vielmehr: aus der Gondel eines Luftballons)

betrachtet gewähren, ſ. ebendaſ. S. 232. An die erſteren drei Hauptformen ſchließen ſich folgende ſieben Uebergangs= oder richtiger Zwiſchen=Formen: 1) die fedrige Haufenwolke (Cirro-Cumulus) allgemein bekannt unter der Benennung Schäfchen: einzelne zarte, gerundete und in oben und unten ſtets horizontal begrenzte, Reihen geordnete Wolken, vermöge ihres meiſtens vom Horizonte bedeutend fernenden, ſehr hohen, in Folge des Widerſtandes gegen die Richtung der Erdaxendrehung nordöſtlich, auf der ſüdlichen Erdhälfte ſüdöſtlich geneigten Schwebſtandes: leicht und glänzend, flachblattartig oder kurzfaſrig getheilt; von der Seite her, oder, was daſſelbe ſagen will: ihren ſenkrechten Querſchnitten nach betrachtet (Falls ſie nicht nur über=, ſondern auch ſeitwärts von dem Beſchauer in beträchtlichen Abſtänden lagern); eine lange, dichte, wenig breite, oft einem langen horizontal geſtreckten Stabe ähnelnde, Geſammtwolke darſtellend, die, ſofern ſie in dichtem „Schleier" weilet, nicht ſelten in demſelben das Anſehen gewinnt, als beginne ſie ſich darin aufzulöſen oder zu zerfließen, und die bei größerer Verdichtung (oder, ſtatt deſſen, bei mehr gehäufter ſenkrechter Hintereinanderſtellung) einem dichten, wagrecht begrenzten Nebel und damit förmlichen Schichtwolken anſcheinend gleicht. — Wahrſcheinlich bilden ſich die eigentlichen Federwolken vollkommen aus, und ohne in eine der übrigen Wolkenformen überzugehen, nur bei ſehr großer Windſtille in gänzlich (oder nahe ganz) Schleier=freier Luft und ſind eben darum ein Zeichen ſturmloſer Oberluft, die fedrige Haufenwolken hingegen mittelſt Beſtreichung wärmerer, von ſüdlichen oder weſtlichen Luftbereichen her an= und von oben herab gegenſtrömender Luft, die als ſolche nicht nur Theilung der Federwolken=Säulen in ungleich große Abſonderungen, ſondern auch Abrundungen zur Folge haben, und die, indem ſie die Eisblatthüllen der Elementarformen der Federwolke allmälig zum Schmelzen bringen, hiemit zugleich die nun mehr oder weniger getheilte Wolke dichter und gewichtiger und damit ſinken machen, während, wenn von Norden (Nordweſt, Nord und Nordoſt), von den Nordpolargegenden zu den Aequatorialgegenden hin, dergleichen Oberlüfte gegen die Federwolke einſtürzen, dieſe nicht nur die Federwolkenſäulen zerdrückend ſpalten und theilen, ſondern auch, auf Koſten des ſie umgebenden Waſſerdampfes, vermehren und mit oder ohne Abrundung oder Rand=Verwaſchung, ſcheinbar wagerecht an einander lagern machen, was dann theils die Bildung der (meiſtens Stürme verkündenden) ſogenannten Windbäume, theils jene 2) der geſchichteten Federwolke (Strato-Cirrus), theils, bei beginnender Verwaſchung und Abrundung der Ränder der Säulentheile, 3) die der gehäuften Federwolke (Cumulo-Cirrus) veranlaſſen. Wahrſcheinlich gehören dieſen Formen jene Wolken an, welche Bouguer 700 bis 800 Toiſen (oder 4200 bis 4800 pariſ. Fuß) über dem Chimboraſſo, und ſpäterhin Biot und Gay=Luſſac von der 2500 par. Fuß hoch ſchwebenden Luftballon=

Gondel aus über ſich ſahen; a. a. O. S. 29. Uebrigens zählen Howard und Forſter zur fedrigen Haufenwolke auch jene ihr ähnelnden Wolken, welche man bei ſtürmiſchem Wetter und bei beginnenden Gewittern ſieht, die, Falls ſie vorwalten und zugleich von ausgedehnten Haufenwolken begleitet erſcheinen, F. zufolge gewiß ein Gewitter verkünden. Von dieſen drei Zwiſchenformen verſchieden zeigt ſich die 4te Uebergangsform, die fedrige Schichtenwolke (Cirro-Stratus); nach Howard, der nur vier Zwiſchenformen annimmt, die 2te, von der H. vermuthet, daß ſie unmittelbar aus Waſſerdampf durch darüber hinſtreichende kalte Lüfte zu Stande komme. Sowohl bei der Bildung dieſer Wolke, wie auch bei jener der fedrigen Haufenwolke, geht nämlich der vollendeten Darſtellung eine ſtellenweiſe Gerinnung oder Coagulirung voraus, nur daß bei Bildung der fedrigen Haufenwolke das Vorhanden-ſein von Federwolken mehr ſichtbar hervortritt, während bei jener der fedrigen Schichtwolke ſolcher Uebergang einer ſchon beſtehenden Wolkenform in die neu hervorgehende mehr zweifelhaft wird; indem ſich hier zwar auch Fäden, aber gemeinhin wie in kurze Stücken zerriſſen zeigen, die nach der Sonderung ſich mehr ausbreiten und — wahrſcheinlich in Folge gegenſeitiger (nicht gegenendiger) Annäherung einzelner Wolken der Art zu einzelnen, wie zu einem dichteren Geſammtgewölke zuſammengetrieben erſcheinen, wie Howard bemerkt: den Eisblumen der Fenſterſcheiben (oben S.) nicht unähnlich, die, indem ſie aufzuthauen beginnen, auch mehr oder weniger ihre faſrige Geſtaltung aufgeben, und Tröpflein hinterlaſſen, welche noch in der nämlichen Reihung geordnet hangen, die zuvor von den Faſern befolgt worden war. Es erſcheinen dabei, Forſter zufolge, zuerſt ſeitwärts ausſchießende Querſtreifen, und dort, wo dieſe Querſtreifen und die urſprünglichen Faſern ſich kreuzen, (alſo in den ſcheinbaren Durchſchnittspunkten beiderlei Gebilde) zeigt die Geſammtwolke die größere, ſpäterhin zu dem einer Gerinnung ähnlichen Anſehen führende ſtellenweiſe Verdichtung. Wo hiebei dergleichen Kreuzungsſtellen nicht von je zwei, ſondern für jede Stelle von je mehreren Einzelfaſern und Querſtreifen zu Stande kommen, gewinnen ſie ein ſcheibenartiges, vom Mittelpunkte aus nach dem Umfange hin mehrere Faſerſtralen darbietendes Anſehen und ſo jene ſcheinbare Gelieferung (Coagulirung), welche, mittelſt Verwaſchung der Faſerſtralen, zu der rundlichen Form der Schäfchen und damit zur vollſtändigen Herſtellung der fedrigen Haufenwolke führt. Sowohl dieſe wie die fedrige Schichtwolke iſt aber, ſolange der Verwaſchungshergang noch unbeendet, höchſt wahrſcheinlich nicht Dunſt- ſondern Eis-Wolke, und der lebhafte Glanz den beide Formen darbieten, und durch den ſie ebenfalls ihre Entſtammung aus der Federwolke verrathen, iſt Folge einer Spiegelung, wie ſie im noch vollkommeneren Grade nur bei der eigentlichen Federwolke wahrgenommen wird.

Beide, die fedrige Haufenwolke und die fedrige Schichtwolke,

bedecken übrigens nicht ſelten einen großen Theil des Himmels mit feinen, glänzenden Wolkenflöckchen, aber theils das Mehr-Unbeſtimmte der Form ihrer Verdichtungsſtellen, und die in deren Reihung mangelnde Ordnung, theils und vorzüglich ihre größere Verflächung und Ausbreitung zu dünnen Lagen, ſammt der ihr eigenthümlichen Schnelle im Wechſel ihrer Geſtalten, wobei ſie ſich bald mehr verdichtet bald bis zum Verſchwinden verdünnt, laſſen die fedrige Schichtwolke von der „fedrigen Haufenwolke" leicht unterſcheiden. Indeſſen ändert ſich der erſteren Anſehen gar ſehr nach dem Schaupunkte des Beobachters; hat dieſer ſie über ſich, ſo zeigt ſie ſich entweder in ungleich große und ungleich dichte nicht ſelten zu wellenförmig gekrümmten Streifen vereinte Flocken getrennt, und, Falls ſie nicht von anderen Wolken beſchattet wird, ſtets weiß glänzend, oder in Form einer hoch ſchwebenden nebeligen Schicht. Nicht ſelten erſcheinen die Flocken ohne alle Ordnung, zerriſſenen Wolkenſtücken ähnelnd über den ganzen Himmel ausgebreitet, und nimmt hiebei mittelſt Vertiefung ihre Verdichtung zu, ſo überziehen ſie ihn mit dichtem Grau, nach und nach mehr die Form großer Schichten von Haufenwolken als die zu eigentlichen Regenſchauer gebreiteten gewinnend, und haben ſie dieſe Geſtalt erreicht, ſo iſt ihre Umwandelung in ſtillen anhaltenden, zuweilen ganze Tage andauernden Regen nahe. Als nebelige Schicht hingegen bildet ſie entweder bloß weißlichen Himmel, das Licht der Sonne und der Geſtirne bis zur ſog. Wäſſerung mildernd, oder ſie ertheilt dem Himmel ein buntes, glänzende neben matten grauen Wolken darbietendes Anſehen; öfters treten beide Formungen zugleich ein, und während dem Beſchauer zunächſt abwechſelnd glänzendweiße und mattgraue Wolken und Wölken entgegen ſchweben, füllt den Zwiſchenraum und Hintergrund eine einzige, verdichtetem Schleier nicht unähnliche Wolke. Bei dieſer Art von Himmelsſchau (Facies coeli) iſt vorzugsweiſe bedingt die Bildung der Höfe (Halones), der Lichtkronen (Coronae), Nebenſonnen und Nebenmonde (Parhelia und Paraselenae), ſo wie der Lichtſäulen (Columnae) und des Kreuzlichtes (Cruces); a. a. O. I. 33 und II. 2. S. 179, und 556 ff. Indeſſen kann die Haufenwolke ſelbſt auch in fedrige Schichtwolke übergehen, und in dieſem Falle darf man mit Sicherheit auf Regen rechnen. Howard und Forſter glauben übrigens annehmen zu dürfen daß die fedrige Haufenwolke nicht aus zuvor ſchon beſtehenden Federwolken, ſondern unmittelbar durch Ueberſtrömen eines warmen waſſerreichen Luftſtroms (z. B. des Süd- oder Südweſt-Windes) über gegebene kältere nebelreiche Luft zu Stande komme, und daß hiebei die (nach langer vorangegangener Himmelstrübung, zumal im Frühling, ſchönes heiteres Wetter verkündenden) Schäfchen übrig bleiben, weil der obere Luftſtrom Wärme genug mitgebracht, um allen unteren Waſſer-Dunſt in Waſſerdampf zu wandeln; a. a. O. 557. Indeſſen findet außer dieſer Entſtehungsweiſe auch die zuvor

erwähnte der Schäfchen ſtatt; denn der Schäfchenform geht häufig die der Hang-Faſern und Hang-Locken voran. Hat der Beobachter die fedrige Schichtwolke neben ſich, d. i. mehr oder weniger weit von ſeinem Scheitelpunkt entfernt, ſo mindert ſich ihr Glanz und näher dem Horizonte bildet ſie lange blaue Wolkenſtreifen, die den dem Horizonte nahen Mond, und ebenſo die ihm nahe Sonne bedecken und, nicht ungewöhnlich, in mehrere Stücke ſcheinbar zerſchneiden. Bei Sonnenuntergang gewährt dieſe Wolkenart, mit der Unterſeite ihrer flachen Flocken: Gelb-, Roth- und Purpur-Licht ſpiegelnd, die ſchönſten Erſcheinungen der Abendröthe, die zum roſenfarbenen Himmel ſich verklärt, oder zur goldfarbenen Himmelsdecke ergänzt, wenn zugleich im erſteren Falle über uns nur Schleier, im lezteren nur eine große fedrige Schichtwolke ſchwebt. Was hiebei, ſo wie bei der nicht ſo häufig erſcheinenden Morgenröthe (Stark beobachtete zu Augsburg in 15 Jahren, nämlich vom Jahr 1813 bis 1827, nur 568 Morgenröthen dagegen 731 Abendröthen) die an dem entgegengeſezten Himmel ihre Ergänzung findende Verwandlung des Weißlicht in Farblicht bewirkt, dürfte hauptſächlich die ſog. Beugung (Inflexion oder Diffraction) des Lichtes ſein. Andere halten die durch Brechung bewirkte und ſie begleitende ſog. Farbenzerſtreuung für die thätige Urſache; oben S. 26 und 109. Auch jene bald dunkelbraunen, bald mannigfach gefärbten einzelnen Wolkenſtreifen, die der Horizont darbietet, gehören dieſer Wolkenform an. Uebrigens täuſchen wir uns über die Entfernung und den Umfang der am, oder nahe dem Horizonte erblickten Wolken unvermeidlich gar ſehr. Hoch über uns, aber ſeitwärts beträchtlich von uns fernende Wolken ſcheinen, z. B. bei einer Erhebung von nur 3 Grad über den Horizont, ſehr niedrig zu ſtehen und bieten nur mäßigen Umfang dar, und nichts deſto weniger finden ſich dergleichen Hochwolken über eine ſehr weite Gegend verbreitet; ſ. oben S. 26 Bem. 3. Welche wahren Entfernungen hiebei ſtatt haben, zeigt nachſtehende aus des verewigten H. W. Brandes (weiland Profeſſor der Phyſik zu Leipzig, geboren zu Groden i. J. 1777 ſtarb 1834) Beiträge zur Witterungskunde (Leipz. 1820. 8. S. 308) entlehnte Tafel:

Wahre ſenkrechte Höhe der ſeitwärts geſehenen Wolke über der Erde.	Wirkliche, in Meilen (M.) ausgedrückte, Entfernung jenes Ortes, in deſſen Scheitelpunkt die Wolke ſteht, von dem Beobachter, wenn ſie dieſem in den zunächſt unten benannten Höhen-Graden über dem Horizonte erſcheint.						
	30° hoch.	10° hoch.	5° hoch.	3° hoch.	2° hoch.	1° hoch.	0° hoch, oder im Horizont.
2,000 Fuß	1/8 M.	1/2 M.	1 M.	1 5/8 M.	2 1/2 M.	5 M.	12 M.
5,000 —	3/8	1 1/4	2 1/2	4	5 3/4	9 1/2	20 1/4
10,000 —	3/4	2 1/2	5	7 3/4	10 1/2	16 1/4	27 1/2
15,000 —	1 1/8	3 5/8	7 1/4	11	15	21 3/4	33 1/2
20,000 —	1 1/2	5	9 1/2	14 1/2	22 1/2	26 1/2	39

Hienach iſt eine Wolke, die zur Seite aus der Ferne geſehen nur als Streifen von $^1/_4$ Grad Breite (alſo halb ſo breit als das Sonnenbild, d. i. als die Scheingröße der Sonne) erſcheint, wenn ihr ſenkrechter Abſtand von der Erde 5000 Fuß beträgt und ihr unterer Rand nur um 1 Grad vom Horizonte fernt, ohngefähr 1 Meile breit, gegen $1^1/_2$ Meilen aber, Falls ſie um 10000 Fuß hoch über der Erde ſchwebt, und zeigten ſich bei ebenſo hohem wahrem Höhenſtande z. B. drei dergleichen Wolken deren jede $^1/_2$ Grad Scheinbreite darbietet, am Horizonte ſo übereinander, daß jede von der ihr nächſten um $^1/_2$ Grad fernt, ſo würde die unterſte von $^1/_2$ Grad bis 1° Höhe reichende etwa 4 Meilen und der zwiſchen ihr und der nächſt höheren Wolke befindliche Himmel gegen 3 Meilen, die nächſte Wolke ſelbſt dagegen 2 Meilen, und der dieſer folgende von 2° bis zu $2^1/_2$ Gr. Scheinhöhe hinaufreichende heitere Streif nicht volle 2 Meilen und die dritte (höchſte) Wolke mehr als eine Meile breit ſein. — B. zufolge gehören zu dieſer Wolkenform (zur fedrigen Schichtwolke) auch jene dunkelen Wolken, welche die Sonne bei dem Untergange verdeckend eine dunkle Schicht bilden, welche die Landleute in Nord-Deutſchland eine Bank nennen, (Lampadius hingegen durch Wolkendamm bezeichnet; in deſſen Beiträgen zur Atmoſphärologie) und die, ihrer Ausſage zufolge, trübes Wetter verkündet; was allerdings gegründet ſein kann, da eine Scheinbreite von beiläufig 2 Grad Horizontal-Abſtand eine Ueberdeckung des Himmels mit fedrigen Schichtwolken bis auf 15 Meilen und darüber vorausſezt, die bis zu dem Beobachter ſich fortpflanzend Trübung (und Regen) bringen muß. H. W. Brandes hält auch die oben erwähnten Bandwolken zum Theil für fedrige Schichtwolken; indeſſen iſt deren Höhe ſo beträchtlich, daß ſie nur Eis-Wolkenelemente aber keine Verwaſchung derſelben zuläßt, und will man dieſe Wolkenform irgend einer der Howard'ſchen Wolkenformen zur Seite ſtellen ſo dürfte ſich hiezu nur die reine Federwolke eignen. Göthe (deſſen Leben II. Abth. 2. S. 272) ſah von einem Standpunkte ohnweit Girgenti aus, bei übrigens ganz klarem Himmel, eine dergleichen Bandwolke in Form eines ſchmalen, aus lichtem Gewölk zuſammengeſezten Bogens, deſſen eines der Erde zugewendetes Ende auf Sicilien zu ruhen ſchien, während das andere, entgegengeſezte, in großer Ferne den Meeresſpiegel in der Richtung von Malta berührte. Howard und Forſter ſind geneigt anzunehmen, daß dergleichen Streifen wirkliche Bogen bilden und dazu dienen die Elektricitäten entfernter Gegenden auszugleichen; einen Dienſt den ſie jedoch ſchon darum ſchwerlich leiſten dürften, weil ihr größerer Theil hoch genug ſteht um, ſtatt aus Elektricität leitenden Dünſten aus beweglichen Eishohlkörperchen zuſammengeſezt zu ſein, deren Eis als ſolches faſt iſolirt. Nicht ſelten geht die fedrige Schichtwolke den dicken Herbſtnebeln voran, und bildet gleichſam deren Anfang; wahrſcheinlich indem ſie ſich tiefer ſenkt und durch ihre kalten Elementarkörper den

unterwärts vorhandenen Waſſerdampf größtentheils in Dunſt verkehrt. Aus gleichem Grunde gilt ſie überhaupt als Vorzeichen trüben Wetters, doch iſt ſie das nicht, wenn ſie Abends nur für kurze Zeit erſcheint und dann zur Herſtellung eines klaren gelb- und gelbrothen, für den kommenden Tag heiteres Wetter verkündenden Abendroth beiträgt, das höher hinauf mehr roſenroth und purpur ergänzt und am öſtlichen Himmel gewöhnlich Purpur, Violett und Blau als Ergänzungs-Farben hat; die, auch complementäre Farben genannt, als ſolche mit ihren Gegenfarben — hier das Purpur und Violett mit dem Gelb, und das Blau mit dem Orange — Falls ſie in denſelben Punkten zuſammentreffen: leuchtende Farbloſigkeit d. i. Weiß erzeugen; ein Gegenwirkungsverhältniß das auf der längſt bekannten Thatſache ſtüzt — Falls man Grundfarben nennt, nicht nur jene Farben, welche alle übrigen begründen (oben S. 96), ſondern die auch durch ihre Vereinigung Farbloſigkeit, nämlich, je nach dem Maße der Lichtbeweglichkeit der von ihnen getroffenen Körper, Weiß, Grau oder Schwarz erzeugen — daß Blau, Roth und Gelb im rechten Maße vereint ſich zu Schwarz, Grau oder Weiß ausgleichen und daß je zwei derſelben unter ſich verbunden, die übrigen Farben (Blau mit Roth zu Violett, Purpur und ähnlichen Zwiſchenfarben; Blau und Gelb zu Grün, und Gelb mit Roth zu Goldgelb oder Orange, Rothgelb, Gelbroth u. ſ. w.) hervorgehen machen; woraus dann zugleich begreiflich wird: daß Violett mit Gelb, Grün mit Roth, und Gelbroth mit Blau ebenfalls Farbloſigkeit, oder vielmehr farbloſes Licht von größerer oder geringerer Stärke (Intenſität) und damit weißes, oder graues Licht, oder ſcheinbar vollkommen gedämpftes Licht d. i. dunkeles, vertiefbar bis zum entſchiedenſten Schwarz entſtehen machen muß. Wo die Abendröthe mehr oder weniger getrübt erſcheint, und ſo trübes, näſſendes und unfreundliches Wetter verräth, ſchreitet unter den fedrigen Schichtwolken bereits neue Wolken- oder Nebel-Bildung fort, die zugleich auf bevorſtehende ſtürmiſche Luftbewegung hinweiſet, wenn ſich der Trübung (zumal oberwärts) mit Vereinung faſt aller übrigen Farbentöne, entſchiedene Kupferröthe zugeſellt. Wir ſehen dann, durch ſchon ziemlich gedunkelte Luft hindurch, im fernen Weſten eine nur ſchwach erleuchtete Luftſchicht, ohne daß es dabei zu Farbenbildung durch Abänderung der Lichtwellen an den Rändern ſcharf begrenzter Wolken (oder, wie die Phyſiker ſprechen: durch Beugung) käme; denn dergleichen Wolken fehlen zu ſolcher Zeit nicht nur in Weſten ſondern meiſtens auch am ganzen Horizont, und es kommt dieſes Kupferroth auf ähnliche Weiſe zu Stande, wie jenes Roth, welches in trüber Oberluft weißes Papier (z. B. das eines Papierdrachen) zeigt, wenn es nach Sonnenuntergang von den ſchief einfallenden Sonnenſtralen noch beleuchtet wird, während der Zuſchauer unten ſchon im Dunkeln ſich befindet. Gleichzeitig ſieht man dann den öſtlichen Himmel nur dunkelblau, mehr

oder weniger zum Grau neigend; denn dieſer iſt dann der wenigſt beleuchtete, dunkle, von einer helleren Gegend aus, mithin durch mehr erhellte Luft hindurch, von uns geſehene Theil des Horizonts. Uns erſcheinen aber weiße Gegenſtände durch dunkle oder trübe Luft (oder allgemein geſprochen: durch ein trübes Mittel oder Medium) geſehen roth, z. B. die Glätſcher, die Kreitefelſen u. ſ. w. bei Sonnenaufgang ꝛc., und dunkele durch helle Mittel beſchauet blau, und beide auf ſolchem Wege erzeugte Farben ſind nicht complementär, d. h. ergänzen ſich nicht zur farbloſen Leuchtung. A. v. Humboldt zufolge verräth eine bleiche Farbe der untergehenden Sonne, ſammt Entſtellung derſelben, Sturm, und wie H. W. Brandes bemerkt, ſieht dann der weſtliche Himmel zwar ſehr hellglänzend, aber ganz weiß aus, und das geſchwächte Sonnenlicht verwäſcht ſich gleichſam in der (hiebei muthmaßlich in Theilung durch Nordwinde bereits begriffenen) fedrigen Schichtwolke. Eine beſondere Art von fedriger Schichtwolke nennt Howard die Kehlleiſte (Cyma), indem ihre Form einigermaßen der Kehlleiſte der Baumeiſter vergleichbar erſcheint. Sie ſoll ebenfalls und zwar nahe bevorſtehenden Sturm andeuten. Ihr oberer fedriger Theil iſt ſeitwärts gekrümmt. Die nächſte Zwiſchenform bildet 5) die Ringelwolke (Cumulo Annulus), die im Großen darſtellt, was im Kleinen jede Tabaksrauchblaſe, die bei heiterer Luft zum Emporwirbeln gebracht, die Form eines horizontalen offenen Ringes annimmt, und die noch vollſtändiger nachgebildet erſcheint in jenen Rauchringen, welche jede in der Luft zerplatzende Blaſe des ſelbſtentzündlichen Phosphorhydrogenidgaſes (Phosphorwaſſerſtoff-Gaſes) und vielleicht auch die der eigentlichen, aus ſelbſtentzündlichen Gaſen beſtehenden, brennenden und zündenden Irrlichter (ſ. Bleſſon's Beob. in m. Arch. f. Chemie und Meteorolog. V. 25 ff.) nach deren Entzündung und Abbrennung darbietet, nur daß in beiden Fällen die Ringe mehr oder weniger zur wagrechten Schwebe neigen, während die Ringelwolke eine mehr ſchiefe und ſenkrechte Stellung behauptet. Sie gehören zu den ſeltenen Luft-Gebilden, und ſind vielleicht nur durch Vulkane, durch Erdkohlen-Brände (manchmal wohl auch durch in großen Maſſen aufſteigenden Steinkohlenrauch) und dergl. bedingt, indem dergleichen Rauch- und Dunſtballen oben zerdrückt, einen hohlen Ring bilden, der nach und nach durch Luftſtrömungen in die ſchiefe und nahe ſenkrechte Stellung gebracht wird; m. Meteorologie II. 2. 557. Es iſt aber auch möglich, daß die Haufenwolken ſelbſt wenn ſie zwiſchen entgegengeſezte Luftſtrömungen gerathen, zunächſt in eigentliche Ringelwolken übergehen; denn die urſprüngliche Bildung der erſteren erfolgt ähnlich, wie die der Ringelwolken. Zu Dunſtballen runden ſich nämlich die in meiſt mäßigen Höhen gebildeten und dann, kraft der Wärmedehnung der einzelnen Bläschen in die noch kälteren Luftſchichten aufſteigenden Nebel ab, wenn der annoch zwiſchen ihnen befindliche Waſſerdampf durch kältere Oberluft

ebenfalls in Dunſtbläschen verkehrt wird, und wie ſich bei jeder einzelnen Dunſtbläschen-Hülle, und ebenſo bei jedem freien Tropfen alle tropfbare Theilchen möglichſt eng zuſammendrängen, kraft ihrer Cohäſion, ſo auch die Dunſtbläschen ſelbſt, und wo ſie dieſes in Maſſe mehr oder weniger vermögen, runden ſie ſich zu einem mehr oder weniger großen Dunſtballen, d. i. zur Haufenwolke ab, die unten genau horizontal abgeſchnitten erſcheint, weil die von der Erde zugeſtralte Wärme den tiefeſt hängenden Wolkentheil ſtets wieder in Dampf verkehrt, ſo wie er ſich bildet. Daſſelbe Anziehungs-Geſetz was die einzelnen Dunſtbläschen dieſer Wolke bei deren Bildung befolgen, das zeigt ſich auch noch wirkſam zwiſchen den einzelnen Wolken ſelbſt; denn ſobald mehrere derſelben entſtanden ſind, näheren ſie ſich gegenſeitig, bis zur Darſtellung einer Geſammtwolke, und iſt dieſe erſt entſtanden, ſo verlieren ſich bald die um ſie her gebildeten kleineren, während ſie ſelber mehr und mehr wächſt, und oberhalb alsbald die Umrißform zuſammenhängender Gebirgsmaſſen darbietet. Das urſächliche Moment jener die Abrundung bedingenden Vermehrung und Zuſammendrängung der dieſe Wolke bildenden Nebelbläschen ſcheint die Wärme-Entſtralung und dadurch bewirkte ſtarke Abkühlung, mehr oder weniger hoch in die Luft hinaufragender Gebirgsgipfel und ähnlicher guter Wärme-Entſtraler darzubieten, das ſich dann ſpäterhin bei jeder Einzelwolke ſelbſt wiederholt; indem dieſe oben hinaus, wo über ſie der Himmel klar und an Rückkehr der Wärmeſtralen mittelſt Himmelsſpiegelung faſt nicht mehr zu denken iſt, ſich nur ſelber abzukühlen fortfährt. Dieſelbe Wärmeentſtralung der Einzelwolken bewirkt aber auch das Zuſammentreten mehrerer zur Geſammtwolke; denn, indem je zwei Einzelwolken ſich von denen einander zugewendeten Seiten her gegenſeitig Wärme zuſtralen, erwärmen ſie damit zugleich die zwiſchen ihnen befindliche Luft, und während ſie ſelbſt an dieſen einander zugewendeten Seiten (da jede Wärme-Entſtralung mit neuer Zuſtralung verknüpft iſt) nur mäßigen Wärmeverluſt erleiden, reicht dieſer Verluſt doch hin die ihn bergende Zwiſchenluft ausdehnend ſo zu verdünnen, daß ſie gegen die Wolken hin einen geringeren Druck ausübt als jede dieſer Wolken von jenen Luftſchichten erfährt, welche gegen ihre abgewendete äußere Seite andrückt, was zur Folge hat: daß nach und nach beide Wolken von Außen her zuſammengeſchoben werden bis zu jener Nähe, in welche ihre gegenſeitige Adhäſions-Anziehung ſtark genug iſt, ſich ſichtbar geltend machen zu können, wovon dann Beſchleunigung der Zuſammenbewegung als nächſte Folge merklich wird. H. W. Brandes (a. a. O. 315) hält jedoch nicht ſowohl das Abkühlen der aufgeſtiegenen Dämpfe und daraus gebildeten Dünſte, als vielmehr die Elektricität derſelben, für die Hauptbedingung ihrer Bildung, weil die Haufenwolke weiter ausgebildet zur Gewitterwolke wird, und ein Gewitter (Tempestas fulminea) ſich, wie Volta zuerſt nachwies, gerne an Stellen in der Oberluft bildet,

wo bereits nicht nur Tags zuvor, ſondern wo überhaupt das erſte Spathfrühlings- oder Sommergewitter zur Entwickelung gelangte (m. Meteorologie II. 384 ff. 557), und ſolche Stellen, wie Configliachi mittelſt des Elektrometer's nachwies (Gilbert's Ann. d. Phyſ. LV. 341), ſich nach vollkommen vorübergegangenem Gewitter immer noch ſtark elektriſch zeigen und, von trockner (Elektricität nicht leitender und mithin auch nicht verbreitender) Luft umgeben, auch lange Zeit hindurch elektriſch bleiben. Indeſſen iſt dieſes nur inſofern der Fall, als ſolche Stellen noch Dünſte und damit die Träger der Elektricität enthalten; nun erregt zwar (wie wir ſpäterhin ſehen werden) ein elektriſirter Körper an einen anderen Elektricität leitenden, aber noch unelektriſirten Körper die ſeiner eigenen entgegengeſezte Elektricität und — da leichtbewegliche Träger entgegengeſezter Elektricitäten ſich aus meßbarer und (in ſehr dünner trockner Luft) aus ſehr weit reichender Ferne her anziehen — vermögen ſie ſo gegenſeitige Anziehung beider Träger zu bewirken, aber ſolche unelektriſirte Träger gibt es den elektriſirten gegenüber in jenen höheren Lüften gar nicht; denn dieſelbe Abkühlung, der zufolge die Dämpfe in Dünſte übergehen, ſie iſt es auch, die dieſe Dünſte in beſtimmter Art elektriſirt, und wo daher in gleichen oder nahe gleichen wagrechten Abſtänden von der Erde nebeneinander Dunſtmaſſen ſich bilden, werden dieſe dieſelbe Art von Elektriſirung zur Folge haben; erſcheinen aber zwei neben einander befindliche, nur durch trockne Gaſe (Lüfte und Dämpfe) getrennte, leichtbewegliche Träger mit gleicher Art von Elektricität beladen, ſo ziehen ſie ſich nicht an, ſondern ſie ſtoßen ſich ab. Anders verhält ſich hingegen die Sache, wenn verſchiedengeartete Wolken, und namentlich oberhalb fedrige Schichtwolken und unterhalb Haufenwolken oder gethürmte Haufenwolken von einander in mehr oder weniger beträchtlichen Höhen fernen, alſo eine ſenkrecht oder ſchief über der anderen weilt, während jede derſelben von trockner Luft umgeben iſt; denn in dieſem Falle ſind nicht beide Wolken, ſondern iſt nur die untere Wolke der Vermittelung elektriſcher Erregung von Seiten der Erde (zunächſt der Berge und ähnlicher höherer Gegenſtände) unterworfen, und dieſe Elektricität, welche auf ſolchem Wege an und in der unteren Wolke erweckt wird, hebt nicht nur die urſprüngliche durch die Dunſtbildung zu Stande gekommene Elektriſirung (gemäß dem Geſetze: daß entgegengeſezte Elektricitäten ſich gegenſeitig zerſtören und ſo zum Verſchwinden bringen) auf, ſondern ſezt eine neue ſtärkere an deren Stelle. Bezeichnen wir z. B. jene Elektricität, welche bei der Bildung des Dunſtes, und ebenſo auch des Eiſes, aus Waſſerdampf, hervortritt, durch + E, ſolche hingegen, welche aus der theilweiſen Wiederverdampfung des Dunſtes erwächst und dem unverdampft zurückgebliebenen Dunſttheile zugeleitet wird und zum Theil auch verbleibt, durch — E, ſo wird ſolches — E nach und nach nicht nur alles + E der noch rückſtändigen

Dampfbläschen zu 0 E ausgleichen, ſondern nach dieſer Ausgleichung auch eine — E Ladung derſelben herſtellen, ſtark genug, die nächſt obere, mit Dunſt- oder Eis-Bildungs + E geladene Wolke aus der Ferne anzuziehen, wobei dann die größeren Antheile der beiden Wolken angehörigen entgegengeſezten E dort leuchtend (als Bliz, Fulmen) ſich zu 0 E ausgleichen, wo ſie einander am nächſten ſind. Wo es aber zu ſolcher Ausgleichung gelangt, ſtürzen auch die gegenſeitigen Träger der Gegen-E bligſchnell zuſammen, ſich gegenſeitig mehr oder weniger ihrer Form nach vernichtend und zu tropfbarem Waſſer zuſammenpreſſend, was heftiges Nachſtürzen der übrigen Wolkentheile und der Außenluft, und Sturm, heftiges Wogen der oberen Luft und, ſofern das alſo zuſammengefloſſene Waſſer noch von den Hüllen der zur Seite befindlichen Dunſtbläschen adhärirend getragen wird, Senkung dieſes Wolkentheils und Bildung einer zur Erde gerichteten Leiterſchicht (Bliz-Bahn) zur Folge hat. Dem Blize folgt unmittelbar der Donner (Tonitru), denn es iſt derſelbe das Erzeugniß einer plözlich in den nächſten Umgebungen des Blizes entſtandenen Wellenbewegung der Luft, die ſich bis zu entfernteren Wolken fortpflanzt und von dieſen nach Art des Echo rückgängig gemacht wird, uns nach dem erſten oder Ur-Donner, aus verſchiedenen Gegenden oberhalb der urdonnernden Wolke her neue Donner hören läßt, die, Falls die zweite (dritte u. ſ. f.) Rück-Welle einer nächſten, oberen Wolke von der erſten (zweiten u. ſ. w.) einer entfernteren ereilet und ſo von ihr getroffen wird, daß beide Wellen ihrer ganzen Geſtalt nach (Wellenberg mit Wellenberg, und Wellenthal mit Wellenthal; ſ. m. Grundz. II. 53) gleichzeitig in demſelben Raum zuſammentreffen, ſich gegenſeitig verſtärken und ſo nicht nur das Rollen des Donners, ſondern auch das Nachrollen und Zeit- und ſtellenweiſe Verſtärken deſſelben zur Folge hat, das in Gebirgsgegenden außerdem noch geſteigert und vermehrt wird durch die von den Gebirgsgipfeln ſelbſt ausgehenden Rück-Wellenſchläge und vielleicht auch: gemäß ihrer dabei eintretenden Mittönung (Reſonanz). Findet ſich hingegen zwiſchen den Wolken mehr oder weniger Schleier, ſo erfolgt die Anziehung beider übereinander befindlicher Wolken nicht an denen gegenſeitig nächſten Stellen, ſondern an allen einander zugewandten und ſtatt des Donner zeugenden Einzel-Blizes treten von Seiten der ganzen Wolkengegenflächen auf einmal, der größeren Vertheilung gemäß, geſchwächte Geſammtblize hervor, die höchſtens ein lautes Kniſtern, aber keinen wirklichen Donner hervorbringen. War dabei jede der Wolken ſehr dick und ſehr breit, ſo gewährt ſolcher Bliz ein Gewitter ohne Donner, waren ſie hingegen noch gar nicht gehäuft, ſondern vielmehr nur dünn geſchichtet, ſo erſcheinen ihre Ausgleichungsblize als eigentliches Wetterleuchten (Fulguratio), das ſich von dem uneigentlichen, d. h. von den Spiegelungen der Blize ſehr entfernter und darum weder ſicht- noch hörbarer Gewitter, ſowohl durch ſeine ſtets weit reichende, des Ein-

zelſtrals gänzlich entbehrende Verflächung, ſo wie auch dadurch unterſcheidet, daß es, gleich dem wirklichen Blitze (dem Nordlichte und lezterem verwandten Meteoren) in der Richtung einer hinreichend empfindlichen Magnetnadel augenblickliche ſchwache Abweichungen hervorbringt, was, wie von ſelber einleuchtet, das bloße Spiegelbild eines Blitzes nie zu Wege bringen kann. Die zum Wetterleuchten erforderliche Wolkenart weicht durch ihre Dünne und weitgreifende Verflächung zu ſehr von der Haufenwolke ab, als daß man ſie irgend für gehäuft erachten kann, und da ſie zugleich ſtets ſehr hoch ſteht, ſo dürfte die Vermuthung von der Wirklichkeit nicht fernen, daß es nicht ein Cumulo-, ſondern ein Strato-Cirrus (ſ. oben S. 127) iſt, der, wo er nur als eine, keine zweite über ſich habende Wolke zugegen und hinreichenden Schleier unter ſich habend, ſich gegen die Erde, oder gegen eine dieſer zunächſt lagernde Nebelſchicht ihrer Elektricität entladet. Uebrigens gewähren in Annäherung begriffene Gewitter auch ohne Blitz-Spiegelung das Phänomen des Wetterleuchtens (und man könnte dieſe Art von Wetterleuchten als eine dritte beſondere betrachten), Falls ſie von dem Beobachter nur ſo weit fernen, daß dieſer zwar die obere, nicht aber die untere Gewitterwolke ſieht, die ſich annoch unter dem Horizont befindet, während die obere noch (manchmal nur wenige Grade) über dem Horizonte ſteht. — Jede untere Gewitterwolke ſezt in allen Fällen vollkommene Trockniß und damit hinreichende Nichtleitung der zwiſchen ihr und der Erde befindlichen Luft voraus, ſey dieſe Trockniß nun durch Sonnenwärmung oder durch Winterkälte hervorgebracht. Wo die zur unteren gethürmten Haufenwolke herabgezogene obere Wolke eine gehäufte Federwolke (oben S. 128) iſt, da erhält die untere Haufenwolke ein eigenthümlich graues Anſehen, was, nach Maßgabe ihrer Hebung zur oberen Wolke und ihrer dadurch möglich gewordenen Beleuchtung von unten (von der Seite) her mehr oder weniger in's Röthliche übergeht; weil in dieſem Falle die nun weißliche Wolke durch den von der Wolke ſelbſt erzeugten Schatten, alſo durch ein trübes Mittel geſehen wird. Die Entladung erfolgt unter dieſen Umſtänden durch (hörbares, durch den Wind befördertes) Zuſammenſtürzen von gehäuften Eiskörperchen der oberen Wolke, die dann, das Waſſer der unteren mit ſich fortreißend, als Hagel (Schloſſen, Kieſel) oder Graupeln zu Boden fallen, und Falls hiebei die erſtere Wolke nicht nur ſehr hoch ſtand, ſondern auch beträchtliche Dicke beſaß, nicht ſelten ſchwere Eismaſſen bilden. Die obere Wolke wird hiebei wahrſcheinlich in den meiſten Fällen erſt aus der nach oben gerichteten Außenfläche der unteren Wolke durch Verdampfung, bewirkt durch Sonnenbeleuchtung, zu Stande gebracht, und nur in wenigen Fällen dürften feuchte Oberwinde dazu den Stoff reichen; daher haben wir Hagelgewitter meiſtens nur am Tage. Andere leiten die Entſtehung des Hagels von der Kälte ab, die wird, wenn ſich die Luft in jene Dampf-erfüllten Räume ergießt, welche die zer-

trümmerten Dunſtbläschen öffnen. Wenn dagegen die unteren Haufenwolken nicht ſehr hoch, ſondern vielmehr ſehr tief und bereits in gethürmte Haufenwolken übergehen, ſo daß nach oben hin gar keine Entladung zu Stande und es mithin auch nicht zur förmlichen Gewitterbildung kommt, ſo ziehen ſie entweder nur leichte Körperchen Staub (Blütenſtaub u. ſ. w.) an, ſie nach der ihnen dadurch gewordenen Ladung zur Abſtoßung und Wirbeldrehung bringend, und mit dem Regen wieder entlaſſend (wohin die Entſtehung des ſog. Schwefel-, Inſekten-, Blut- rc. Regens gehört), oder ſie ſenken, zum Kegel ausgeſpizt, nahe zur Erde hinab, die nächſten Gegenſtände zertrümmernd und mit großer Schnelligkeit hinwegführend; man nennt ſie dann Wetterſäulen oder Tromben, und ſofern ſie über Landſtrecken hinwegzogen, Landtromben oder Landhoſen; Waſſertromben, Waſſerſäulen, See- oder Waſſerhoſen, Waſſertrompeten hingegen, Falls ſie ſich zu großen Waſſerſpiegeln (z. B. zum Meere) ſenkten, dieſes ſtellenweiſe in Kegelform zu ſich heraufzogen und unter häufigen Blitzen um die Kegelaxe drehen machten. Wirkliche Gewitterwolken, die ſehr tief ſchweben, bewirken nicht ſelten ſtellenweiſe elektriſche Ladung und Entladung unter ihnen befindlicher irdiſcher Gegenſtände und Erdoberflächentheile, und wo ſolche Entladung ſtatt hat, kommt es, auch wenn die Körper brennbar, z. B. Bäume ſind, nicht zur Anzündung, ſondern nur zur Zertrümmerung derſelben, oder, wie man zu ſagen pflegt: zum kalten Schlage; die ſolchen Schlag bewirkende Wolke entläßt dabei oftmals an ihrem Rande Leuchtſtralen, und wenn ſie ſich in Regen entlud: leuchtenden oder ſog. feurigen Regen, a. a. O. S. 503. Iſt aber die Entfernung zwiſchen Wolke und Erde zu groß, als daß ein theilweiſes Entladen, ſei es der Wolke durch die Erde oder der unter der Wolke befindlichen Erdſtelle durch die Wolke ſtatt haben könne, oder bleibt, wie die Schule ſich hierüber ausdrückt, die Spitze des irdiſchen Gegenſtandes außerhalb der Schlagweite, ſo zeigt dieſe Spitze (z. B. des Schiffsmaſtes) ausfahrende Stralenbüſchel, Wetterlichter oder Caſtor und Pollux, oder St. Elmsfeuer (Ignis lambens, Castor et Pollux) genannt. Fernando Columbus, zweiter Sohn des Entdeckers von Amerika, des Chriſtoph Columbus, und Beſchreiber dieſer Entdeckung, erwähnt des St. Elmsfeuer der Schiffsmaſte, und ebenſo Magellan und Pigafetta (der Berichterſtatter über M.'s Reiſe) und Lezterer fügt hinzu: daß nach dem Verſchwinden des Elmsfeuers der Sturm ſich ſogleich gelegt habe. Nicht ſelten ſind die das St. Elmsfeuer begleitenden Stürme ſehr heftig, und noch heftiger, wenn ſie ſich mit Wetterſäulen vereinen und ſo die feurige Helena hervorgehen machen. Ueber dieſe, ſo wie über alle im Vorhergehenden erwähnten Meteore, vergl. m. Meteorologie II. Bd. 2. Abtheil.; auch findet man daſelbſt die verſchiedenen Haupt- und Zwiſchenformen der Wolken auf Taf. III. und IV. abgebildet. — Die zuvor erwähnte gethürmte

Haufenwolke, wie ſie H. W. Brandes nennt, oder Haufen-Schichtwolke (Cumulo-Stratus), wie ſie von Howard und Forſter genannt wurde, ſtellt die ſechste Wolken-Zwiſchenform dar. Sie bildet ſich durch hoch hinauf reichendes Uebereinanderthürmen der Gebirgsumriſſen ähnlichen Haufenwolken, gewinnt dabei an Dunkelung, zeigt ſich alſo (durch Hintereinanderſtellung mehrerer Einzelwolken der Art) gedunkelt, nicht ſelten am Horizont in vollſtändiger Gebirgsform, und droht in dieſer Form in die eigentliche Regen- und Gewitterwolke überzugehen, bietet hingegen, ſo lange ſie noch wenig gehäuft hervortritt, häufig einen unteren ſchmaleren und oberen faltig herabhängenden Theil dar, und vermag zwar, bei Zwiſchenlagerung von viel Schleier, mit der fedrigen Schichtwolke lange Zeit hindurch verbunden zu beſtehen, ohne ſich in Regen aufzulöſen, geht hingegen in dieſen entweder als förmliches Einzelgewitter oder als Regenſchauer über, ſobald die Verbindung zwiſchen beiden Wolken, ohne merkliche Vermittelung von Schleier, mehr oder weniger plötzlich eintritt. Sind es hingegen vorzüglich obere Winde, welche der gethürmten Haufenwolke die fedrige Schichtwolke zuführt, während erſtere in entgegengeſezter Richtung von einem unteren Winde getrieben wurde, ſo erfolgt für beide Wolken Hemmung ihrer Bewegungen, und damit der Uebergang in die ſiebente Zwiſchenform, in die eigentliche Regenwolke oder den Nimbus, von Forſter Cirro-Cumulo-Stratus genannt, welche leztere Benennung zugleich ihre Zuſammenſetzung aus allen drei Howard'ſchen Hauptformen anzeigt. Meiſtens iſt ihr (zunächſt Regen oder Schnee entlaſſender) unterer Theil unbeſtimmt flockig, nebelig begränzt, beträchtlich dick und dieſer Dicke entſprechend dunkel, im Augenblicke des Regen- oder Schnee-Entlaſſens ſich häufig ſack- oder kugelförmig verlängernd, der in gegebenen Zeiten um ſo mehr Waſſer entläßt, je weniger davon beim Herabfallen wieder zu verdampfen vermag (mithin je reicher die Unterluft an Waſſerdampf iſt), je mehr die untere Luft mit Schleier erfüllt iſt, deſſen Dunſtbläschen die einzelnen Regentropfen vergrößern und die Schneeflocken theils zuſammenballen, theils, bei Hinzuwehen warmer, Waſſerdampf-reicher Winde (Süd-Weſt- und Süd-Winde) mehr oder weniger ſchmelzen, und mithin auch: je mehr dergleichen Schleier und Dampf den fallenden Tropfen oder Flocken dargeboten wird, alſo: je weiter der untere Nimbustheil von der Erde fernte (weßhalb unter dem Aequator und innerhalb der heißen Zone, wo überhaupt die Wolkenbildung in den größten Höhen vor ſich geht, die Regentropfen nicht ſelten eine Größe darbieten, hinreichend, die flache Hand zu bedecken, und weßwegen auch Regen- oder Schnee-ſammelnde Gefäße, oder ſog. Regenmeſſer oder Ombrometer — vergl. m. Meteorolgie, II. Bd. 2. S. 331 — über demſelben Orte um ſo weniger Waſſer darbieten, je höher ſie aufgeſtellt waren. Sind jene die Beſtandtheile des Nimbus zuſammentreibenden Winde ſämmtlich Waſſer-reich (z. B. unterer NW und oberer SW oder SSW,

oder SWind), ſo erfolgt der wäſſrige Niederſchlag nicht nur in reichlichem Maße, ſondern auch urplötzlich; es bildet ſich dann der Nimbus überraſchend ſchnell nach allen Seiten hin zur ungeheuren Größe aus, und bei nicht „ſtillen" d. i. bei Donner-Gewittern, ſieht man dann der Hauptwolkenmaſſe raſchen Fluges, oft von mehreren Seiten her zugleich, einzelne flockige, kleinen gethürmten Haufenwolken ähnelnde Wölkchen zueilen, die, in die Nähe der Hauptwolke gelangend (wahrſcheinlich in Folge zunehmender, von der Hauptwolke ausgehender Elektricitäts-Erregung und dadurch vermehrter Abſtoßung der einzelnen Dunſtbläschen), mehr und mehr aufſchwellen und alſo gedehnt der Hauptwolke ſich anſchließen. Die nicht plötzlich, ſondern allmälig zur Bildung gelangenden Nimbus zeigen nichts Aehnliches, wohl aber verrathen ſie ſowohl ihr Werden, als ihr Zuſtandegekommenſein durch zwei, in der Regel untrügeriſche Anzeigen oder Vorzeichen, erſteres durch lebhafte rothe aber trübe Morgenröthe, lezteres, Falls mehrere Nimbus, ohne ſich zu berühren, neben einander lagern, durch das ſogenannte Waſſerziehen der Sonne, erzeugt durch Auffangen, theilweiſes Dämpfen und theilweiſes Spiegeln des Sonnenlichts, theils durch Schleier, theils durch dünne Schichtwolken (ähnlich jenen ſogenannten Sonnenſtralen, welche man am deutlichſten in Wohnzimmern wahrnimmt, deren Luft Staub-erfüllt iſt, die jedoch auch auf hohen Gebirgen, auf dem Meere u. ſ. w., jedoch ſchwächer, wahrgenommen werden, wenn das Sonnenlicht in dunkle Räume durch ſchmale Oeffnungen oder auch in gewöhnlich lichte Räume durch Oeffnungen ſo einfällt, daß ihre Stralen von den Seiten her durch Schatten begränzt werden. Da man dergleichen auch in völlig Staub-freien Räumen wahrnimmt, ſo wurde es wahrſcheinlich, daß es in der Luft überall zu Bildungen kleinſter ſtarrer Körperchen, genannt Sonnenſtaub, komme, zu deren Entſtehung hauptſächlich die Abkühlung der den Vulkanen, Hüttenwerken u. dgl. entſtiegenen Dampfſäulen die nächſte Veranlaſſung darbieten; m. Meteorologie, II. 2. S. 546. — — Während die einzelnen Haufenwolken ſich, hierin den Schäfchen ähnelnd, mehr denn alle übrigen Wolken vereinzelt erhalten, oder (muthmaßlich: in Folge gegenſeitiger elektriſcher Abſtoßung) iſoliren, zumal wenn ſie bald nach Sonnenaufgang in Form einzelner, kleiner, unregelmäßig flockenartiger Ballen oder Scheibchen hervortreten, in deren Innern ſich bald ein dunkler Kern bildet, während ihr Umfang mehr und mehr wächst (die ſich dann gegen Mittag am meiſten häufen und alſo vermehrt in manchen Gegenden, da ſie gegen unmittelbares Einfallen des Sonnenlichts ſchützen, Hitzwölkchen genannt werden), zeichnet ſich die Schichten- oder Schicht-Wolke (auch Nebelſchicht genannt) durch ſelten fehlenden Zuſammenhang mehrerer zu einer Geſammtwolke insbeſondere aus. Sie hat, wie es ſcheint, ſtets die Erdnähe zu ihrer Bildungsſtätte, unterliegt in Abſicht auf Entſtehen und Wiederverſchwinden häufig

einer Art geregelter Wechſeldauer (Periode), bildet ſich zum Oefteren gegen Abend und die Nacht hindurch aus denen den Tag über aufgeſtiegenen, zunächſt zum Theil in Haufenwolken übergegangenen Dünſten, durch Abkühlung, wie ſie die Nacht gewährt, und damit verbundener Senkung der alſo theils frei, theils zwiſchen den Haufenwolken-Bläschen entſtandenen neuen Nebelbläschen: erſcheint daher am häufigſten im Herbſt und Frühling, zumal über Wäldern, Wieſen und ähnlichen Gegenden, jedoch auch mitten im Sommer: nach ſtark kühlenden Gewitterregen, Hagel ꝛc. und löst ſich in den heiteren Vormittagsſtunden gewöhnlich theils in einzelne Nebelſtreifen auf, theils, Falls ſie aus Haufenwolken entſtanden war, in einzelne Cumuli. Waren die Dünſte hiebei vorzugsweiſe über Thäler und tiefliegende Flächen, zumal der unteren Gebirgs- oder Hügeltheile abgelagert geweſen, und ſchlagen ſie ſich mit der zunehmenden Tageshelle nieder, hier unter Sonderung nur weniger einzelner Haufenwolken nach und nach verſchwindend, oder, wie man gewöhnlich zu ſagen pflegt: fällt der Nebel, ſo ſezt dieſes warme, heitere Luft voraus, und ſchönes Wetter ſteht zu erwarten; ſteigt derſelbe hingegen in zuſammenhängenden Schichten aufwärts und in den Höhen ſich in viele Haufenwolken auflöſend, die unter ſich mehr oder weniger verbunden oder doch nur unvollkommen getrennt lagern, und endlich förmlichen Zuſammenhang und Dunkelung, bei mehr oder weniger ebener Untenbegränzung gewinnend, ſo iſt der Regen nicht mehr fern. Uebereinander-Lagerung mehrer langgeſtreckter Schichtwolken gibt Goethe's Paries; ſ. oben S. 127. Im Winter entſteht ſie ſelten und über dem Eismeer ſah Scaresby ſie nur ihrem Nebelantheil nach (der eigentliche Polar-Nebel ſcheint ſtark verdichteter Schleier zu ſein; m. Meteorologie a. a. O. S. 208), hingegen keine Cumuli; weder Hitzwölkchen, noch aus der Schichtwolke abgelöſ't verbliebene, wohl aber Cirri, Cirrostrati und Cirro-Cumuli. — Leztere, ſo wie auch die Cumulo-Cirri, ſcheinen in Verbindung mit Haufen- und Schichtwolken hauptſächlich jenen merkwürdigen Wolkengürtel oder Erdring zuſammenzuſetzen, der gegen Ende Juni alle unter dem Wendekreis des Krebſes gelegenen Länder, zur Zeit der Nachtgleichen die Aequatorial-Gegenden und gegen Ende Dezembers die unter dem Wendekreis des Steinbocks liegenden Erdflächentheile bedeckt, und überhaupt ſtets jene Gegenden innerhalb des ſüdlichen und des nördlichen Wendekreiſes überſchattet, in deren Scheitelpunkt jeweilig die Sonne ſteht; der, die Erde umſpannend, mithin binnen 6 Monaten, von einem Wendekreiſe zum andern fortſchreitet, dabei jedesmal gegen 200 Meilen Breite und eine Dicke darbietet, die nicht ſelten hinreicht, die Tageshelle in Dämmerung und Finſterniß zu verkehren, und der, die Regenzeit oder naſſe Jahreszeit der bezeichneten Erdgegenden bildend, dabei eine Maſſe Waſſer entläßt, die, bliebe ſie unverdampft und uneingeſogen ſtehen, die Ebenen daſelbſt ſieben Fuß hoch bedecken würde; a. a. O. I. 271. ff. Die meiſten dieſer Regen

werden durch förmliche Gewitter eingeleitet, indeſſen ändert die Beſchaffenheit des Bodens (z. B. der Wüſten Afrika's und mancher Gegenden Indiens) dieſe Waſſer-Entlaſſung ſehr ab, ſo daß, zumal im Innern Afrika's, Gegenden vorkommen, wo 2—3 Jahre hindurch kein Tropfen Regen fällt, und wo in Folge ſtarker Wärme-Entſtralung und von Gebirgen herabſtürzender kalter Luftſtröme nicht ſelten Froſtkälte darbietende Nächte einbrechen. — Als Wilhelm Dampier, der erſte, der eine naturwiſſenſchaftliche Reiſe um die Welt machte, auf ſeiner zweiten (in Auftrag der engliſchen Regierung vollzogenen) Reiſe, in der Nacht vom 6. zum 7. Juni 1699, oſtſüdöſtlich vom Vorgebirg der guten Hoffnung auf dem Oceane (auf dem großen Süd-Meer) ſich befand, ſah er den darauf folgenden Frühmorgen die Sonne dergeſtalt von Schichtwolken verdeckt, daß er dieſe anfänglich für Land hielt; ſpäterhin erſchienen dieſe Wolken wie vergoldet, kaum war aber die Sonne 2° über dem Horizont, als ſie ſich hinter einer dicken, rauchartigen Wolke verbarg, aus der anfänglich, wie er ſich ausdrückt: ſchwärzliche Stralen hervorleuchteten, während der übrige höhere Himmel mit kleinen Wölkchen, von der Art der Lämmerwölkchen (Schäfchen) bedeckt erſchien, von denen der erfahrne Seemann mit Recht keinen Regen, wohl aber, ſo wie von jener Rauchwolke, Sturm fürchtete (der dann auch heftig genug eintrat und zwei Tage lang dauerte) weil ſie, vom Rande des Horizonts an bis gegen 4° hinauf zwar wie vergoldet, dann aber weiter bis zu 10° hinauf dunkelroth und höchſt glänzend und von hier aus bis zu 60° Höhe ſehr finſter erſchienen, und erſt jenſeits dieſer lezteren Höhe ihre ſonſt gewöhnliche weißliche Farbe darboten. — Demſelben Seefahrer verrieth ſich auch, den 8. September 1699, unter 15° 37′ ſüdlicher Breite (wo er ſeinen Lauf, von Neuholland ausgehend, nach der Inſel Timor gerichtet hatte) das Nahen des Nordweſt-Mouſſon (Nordweſt-Jahreszeitenwind, oder Nordweſt-Wechſelwind; a. a. O. 366) durch eine kleine weiße Wolke, die am entgegenſtehenden Horizonte auftauchte.

o) In Deutſchland fällt im Mittel in der wärmeren Jahreszeit in 24 Stunden 1½, 2 bis 3, in der kälteren hingegen nur ⅗ bis 1½ Linien hoch Waſſer, bei einzelnen Regen-Wolkenbrüchen u. dgl. werden jedoch dieſe Mengen beträchtlich überboten; der Schnee bietet im Mittel (ſeine Dichte iſt verſchieden nach der Höhe aus der und dem Winde, mit dem er fällt; bei SO und mehr noch bei NW und O iſt er am lockerſten, ſo daß 17, 19 und bis 22 Cubikzoll Schnee nur 1 Cubikzoll Waſſer geben, und er im lezteren Falle das Waſſer über 22mal an Umfang übertrifft; bei W und bei S Wind am dichteſten, indem gegen 11—12 Cubikzoll Schnee mit W gefallener und etwas über 10 mit S gefallener Schnee zu 1 Cubikzoll Waſſer ſchmelzen) voll das 14fache des Umfangs des eiskalten Waſſers dar. Die Regenwolken gehen nicht ſelten lediglich in Folge ihrer oberen Wärmeentſtralung in Regen über, der außerdem auch durch Aufſteigen

warmer Waſſerdünſte und Dämpfe in ſehr kalten Oberlüften entſtehen kann, gewöhnlich jedoch, außer dem eigentlichen Gewitterregen, durch den Windwechſel, d. h. entweder durch Abkühlen heißer, Waſſerdampf-reicher Winde (der Süd-, Südweſt- und zum Theil auch der Weſtwinde), durch kalte Luft des Ortes, dem ſie zuwehen, oder durch gegenſtrömende kalte (Nordweſt- oder Nord-) Winde, oder durch Einſtürzen kalter Luftſtröme gegen heiße, ruhige, Waſſerdampf-reiche Lüfte entſtehen. Schübler fand den zuvor erwähnten Unterſchied: zwiſchen denen gleichzeitig in größeren und geringeren Höhen desſelben Ortes geſammelten Regen-Mengen in der kälteren Jahreszeit weit größer, als in der wärmeren, und Copland beobachtete: daß in derſelben Jahreszeit das Regenwetter um ſo länger anhielt, je mehr die gleichzeitig und an demſelben Orte in größeren oder geringeren Höhen aufgefangenen Regenmengen von einander abwichen; fielen beide Mengen nahe gleich aus, ſo war der Regen ſtets nur von kurzer Dauer. Die Menge des an einem Orte jährlich fallenden Waſſers (hauptſächlich Regens) iſt im Allgemeinen um ſo größer, je näher derſelbe dem Aequator und dem Meere liegt, ſo wie auch: je häufiger er von Seewinden beſtrichen wird, je mehr Wald-bedeckt ſeine Umgebungen erſcheinen, und um ſo näher ihm hohe Berge (die als ſolche die Wolken, zumal die gethürmten Haufenwolken, aus der Ferne her anziehen; auf ähnliche Weiſe wie Einzelfelſen u. dgl. das „Bleiloth an ſich ziehen" und es ſo aus ſenkrechter Schwebe bringend in Schwingung verſetzen) und Eisbedeckte Gebirgsgipfel ſtehen. Sehr weichen jene jährlichen Regenmengen von einander ab, welche in den verſchiedenen Gegenden Deutſchlands, und ebenſo auch jene, welche in den geſammten Niederlanden (Holland und Belgien) fallen; wie denn z. B. Muſſchenbroek zufolge die jährliche Regenmenge zu Dortrecht 40 (oder 38,865 Pariſer), zu Delft, Harderwyk und im Süderſee hingegen nur 27 (oder 26,09 Pariſer), und zu Harlem und Utrecht nur 24 Rheinländiſche (oder 23,185 Pariſer) Zoll betragen ſoll. Es ſind übrigens dieſe Größen, gleich jenen der nachfolgenden Tafel, nicht durch Meſſung der in einem einzigen Jahre an den genannten Orten gefallenen Waſſermengen (die jedesmal für jede einzelne Zeit gemeſſen und dann von allen Zeiten des Jahrs zuſammengezählt oder ſummirt wurden) gewonnen, ſondern dadurch erhalten worden: daß man die jährlichen Mengen vieler nacheinander folgender Jahre ſummirte und durch die Zahl der geſammten Jahre dividirte, ſo daß ſie alſo als arithmetiſche Mittel aus den jährlichen Regenmengen jedes der erwähnten und weiter unten aufgeführten Orte betrachtet werden müſſen (vergl. oben S. 70); denn einzelne Jahre weichen nicht ſelten an einem und demſelben Orte in dieſer Hinſicht ſehr beträchtlich von einander ab, wie denn z. B. ſelbſt das zehnjährige Mittel aus denen zu Paris ſeit 1702 angeſtellten Meſſungen für die Jahre 1711 — 1720 17 Zoll 1

Linie, das 1721—1730 hingegen nur 13 Zoll 9 Linien, das 1751—1757 aber 20 Zoll betrug, während die Regenmenge des Jahres 1711 ebendaſelbſt 25 Zoll 2 Linien, die des Jahres 1723 dagegen nur 7 Zoll 8 Linien ausgab. Je größer die Anzahl der nacheinander gewonnenen jährlichen Regenmengen eines Ortes, um ſo näher wird auch das ihrer Summe entnommene berechnete Mittel dem wahren Mittel liegen. Leider haben wir aber nur von wenigen Orten hieher gehörige, viele Jahre hindurch fortgeſezte Meſſungen, und noch mehr zu bedauern iſt, daß das in verſchiedenen Zeiten angewendete Meſſungsverfahren nichts weniger als gleichförmig geweſen. Eine zu dieſem Behufe veranſtaltete genaue Sammlung des bei geringer Regendauer gefallenen Waſſers muß theilweiſe Wiederverdampfung während der Fallzeit unmöglich machen; aber das leiſtet zur Zeit keiner der bekannten Regenmeſſer, und das würde nur, freilich koſtſpielig genug, erhalten werden, wenn man das Waſſer in paſſenden Gefäßen von bekanntem Gewichte auffinge, welche hinreichende Mengen (wenn auch ſchon feuchten, dennoch) unmittelbar vor dem Eintritt des Regens gewogenen Calcinchlorids (ſog. ſalzſauren Kalks) enthielten und unmittelbar nach beendetem Regen wieder wöge; man hätte dann nur noch aus dem Gewichte des Waſſers, mit Hinzuziehung der Quadratfläche der Gefäß-Oeffnung und unter Berückſichtigung der mittelbaren Temperatur des Ortes, die Höhe des auf ſolche Weiſe geſammelten Waſſers zu berechnen, um das wahre Maaß der gefallenen Waſſermenge feſtſetzen zu können. Indeſſen ſind die bei dieſem Verfahren eintretenden Schwierigkeiten (z. B. die Rückſicht auf Waſſergas der Luft) und der Zeitverluſt ſo groß, daß es wohl ſchwerlich jemals in Anwendung gebracht werden dürfte. Die Temperatur des gefallenen Waſſers muß übrigens auch bei den gewöhnlichen Verfahren, unter welchen die Benutzung des Horner'ſchen Regenmeſſers am meiſten empfehlungswerth erſcheint (a. a. O. II. 2. S. 566; einen ebenfalls zweckmäßigen neueren beſchreibt Inverneß: m. Grundz. II. 204) beachtet werden. Da in denſelben Gefäßen gleiche Gewichtsmengen wärmeren Waſſers höher ſtehen als die des kälteren, und kaltes niedriger als ſehr kaltes; ſ. oben S. 60 Anmerk. Je höher der Standpunkt liegt, an welchem man den Regen auffängt, um ſo niederer iſt gewöhnlich die Temperatur des geſammelten Waſſers; erfolgte jedoch der Regen dadurch, daß von oben her ſich kalte, Waſſerdampf-haltige Luft in warme, Waſſerdampf-reiche einſtürzt, z. B. wenn NWind von oben herab auf SW ſtößt, wodurch lezterer raſch in NW überſchlägt (m. Meteorolog. a. a. O. 264 und 566), ſo kann dieſe Regel eine Ausnahme erleiden. Zum Beſtimmen der Menge des gefallenen Thaues dient der Thaumeſſer oder Ombrometer, wozu jeder Regenmeſſer dienen kann, wenn man nur Sorge trägt daß in demſelben Subſtanzen lagern, welche, zuvor gewogen, den Thau einſaugen; wozu Badeſchwamm, Baumwolle, am beſten aber Fließpapier dient. Je klarer der Himmel, je tiefer und wärmer der Ort,

je mehr Waſſerdampf-reich, für Deutſchland alſo je mehr ſüdlich, ſo wie auch weſtlich der Wind, je größer der Luftdruck (alſo je mehr das Barometer ſteigt), um ſo eher und um ſo mehr Thau und im lezteren Fall: auch Nebel und in engen Thälern: Nebelregen ſteht zu erwarten. Tritt Schneebildung dadurch ein, daß wärmere Oberluft in kältere Unterluft eindringt und ſich darin verbreitet, ſo wird die durch das Uebergehen des Waſſerdampfes in Schnee entwickelte Wärme (oben S. 112) unten um ſo merklicher, und nicht nur während des Schneiens, ſondern auch nach demſelben; ſenkt ſich hingegen kalte Oberluft in Waſſer-reiche warme, ſo herrſcht ſie auch noch nach beendetem Schneien, und die Luft wird unten kälter, wie ſie vor dem Schneien war; Aehnliches gilt auch vom Regen, und erzeugt ſo die Verſchiedenheit des warmen und des kalten Regen. Bei ſtrenger Kälte kann es übrigens nur ſchneien, wenn von oben her ſehr warme Luft einwehet, fehlt es daran, ſo kann es, wie man zu ſagen pflegt, vor (wegen) Kälte nicht ſchneien. Ueber Schnee-Bildung und Artung und über die verſchiedenen Formen der Schneeflocken ſ. m. Meteorologie a. a. O. 567 u. w. u. ff. Der Schnee der Schneegewitter (d. h. ſich ſtatt durch Regen: durch Schnee entladender Gewitter) pflegt, zur dunkelen Zeit fallend, elektriſch zu leuchten, hierin dem leuchtenden Regen gleichend. Ueber Schneedonner (Gewitter in den Alpen, zumal den Tyroler-, mit wenigem Blitzen und einzelnen ſtarken Donnern, im April, wenn auf der Nordſee die Nachtgleichen- oder Aequinoctial-Stürme wehen, und in denen gegen Deutſchland, Italien und Inner-Oeſterreich ſich herabſtreckenden Thälern gleichförmiger Landregen herrſcht, der alle Bergeshöhen mit von WNW nach OSO ziehenden Nebeln bedeckt) a. a. O. S. 568. Dieſelbe poſitive Elektricität, die während des April-Wetters in Deutſchlands Ebenen als Luft-Elektricität ſich geltend macht, ſie äußert ſich auch in den Schneedonnern. Manchmal leuchtet auch der Schnee in Folge leuchtender Elementarthierchen, man nennt ihn dann phosphorescirenden; und roth (oberflächlich geröthet) erſcheint er, wenn ihn rothe Flechten (Lepraria kermesina) oder auch röthlicher Glimmerſtaub und rothe Gallerte (rothe Oscillatorien?) oder rothe vulkaniſche Aſche leicht bedecken; über dieſe und viele andere äußerliche Beimengungen und beſondere innerliche Abänderungen des Schnee's ſ. a. a. O. S. 540 und 570. Ueber rothen Hagel und Schwefelkies in Hagelkörnern, ebendaſelbſt. — Bergman glaubte, man könne für die ganze Erdoberfläche zuſammengenommen im Mittel jährlich 30 Zoll Regenwaſſerhöhe annehmen; wäre dieſe Annahme hinreichend begründet, ſo würde die Menge des jährlich zur Erde herabfallenden Waſſers, da 30 Zoll gleich $^{1}/_{9130}$ geographiſche Meile iſt, nicht weniger als 9282060, dividirt durch 9130, d. i. 1016 geogr. Cubik-Meilen betragen; daß die Menge des dagegen jährlich verdampfenden Waſſers im Ganzen genommen eben

ſo viel beträgt, wird angenommen; erwägt man indeſſen, daß nicht alles zur Erde gelangende Waſſer wieder verdampft, ſondern, namentlich bei zunehmender Boden-Kultur, zur Bildung pflanzlicher Leiber verwendet und zum Theil auch durch fortſchreitende Verwitterung der Gebirgsgeſteine verſchluckt und gebunden wird, ſo iſt die Vermuthung nicht ohne Grund, daß ſich jährlich die Menge des verdampfenden und dadurch nothwendig auch jene des demnächſt wieder zur Erde zurückkehrenden Waſſers um eine, in Beziehung auf die erwähnte Geſammt-Waſſermaſſe freilich ſehr kleine, und ſelbſt für Hunderte von Jahren nur geringfügige Größe vermindert. Für Paris ſind, Gay Luſſac zufolge, ſeit 1689 bis 1824 im Ganzen genommen die Regenmengen dieſelben geblieben. — Nachſtehende Tabellen machen linker Hand in ihrer erſten ſenkrechten Abtheilung die Orte namhaft, wo die Regenmengen gemeſſen wurden, geben darauf in der zunächſt folgenden ſenkrechten Abtheilung die geographiſche nördliche Breite der Orte in Graden (°), Raum-Minuten (′) und Raum-Sekunden (″) an, und enthalten in der lezten Abtheilung die jährlichen Höhen der gefallenen Regenmengen in Pariſer Zoll (″ P.) und deren (durch eine, getrennte) Zehntel und Hundertel, oder überhaupt in Dezimaltheilen ausgedrückt; die zweite Tabelle enthält außerdem noch ein der Breiten-Beſtimmung unmittelbar folgende Abtheilung (mithin zuſammengenommen vier Abtheilungen), darbietend die Höhe des Ortes über Meeresfläche:

I.

Petersburg	59° 56′ 23″	—	17,″00 P.
Upſala	59 51 50	—	14, 50 „
Stockholm	59 20 35	—	17, 20 „
Edinburgh	55 56 22	—	21, 25 „
Kopenhagen	55 41 4	—	17, 20 „
Leiden	52 9 30	—	29, 30 „
Utrecht	52 5 12	—	23, 18 „
Haag	52 4 12	—	24, 40 „
Rotterdam	51 55 22	—	19, 10 „
Middelburg	51 31 0	—	25, 30 „
London	51 30 49	—	19, 70 „
Dover	51 7 00	—	35, 00 „
Brüſſel	50 50 59	—	17, 90 „
Paris	48 50 14	—	20, 80 „
Ofen	47 29 44	—	17, 90 „
Zürich	47 22 29	—	30, 10 „
Genf	46 12 17	—	28, 90 „
Bern	46 56 55	—	43, 30 „
Chur	46 50 00	—	32, 10 „

Lyon	45°45′ 52″	—	35,″74 P.
Trieſt	45 34 00	—	32, 00 „
St. Bernhard (Spital)	45 32 00	—	59, 20 „
Mailand	45 27 56	—	35, 30 „
Venedig	45 25 32	—	29, 90 „
Padua	45 23 40	—	36, 22 „
Turin	45 4 14	—	34, 80 „
Viviers	44 28 57	—	33, 90 „
Genua	44 25 0	—	31, 70 „
Orange	44 8 0	—	28, 30 „
Piſa	43 43 7	—	32, 32 „
Rom	41 53 54	—	19, 32 „
Neapel	40 50 15	—	35, 00 „
Algier	36 50 00	—	26, 35 „
St. Domingo	19 00 00	—	100, 80 „
Martinique	14 36 00	—	81, 60 „
Grenada	12 00 00	—	104, 40 „
Unter den Wendekreiſen, im Mittel			115, 00 „

Die Beſtimmungen der Regenmenge auf dem St. Bernhard beziehen ſich nur auf zehnjährige Beobachtungen.

II. Orte Deutſchlands:

a) mit geringen Regenmengen; meiſtens öſtlich und zum Theil auch „niedrig“ gelegen:

			Höhe.	Regenmenge.
Berlin	52°31′17″	—	101 Fuß	19,″7 P.
Wittenberg	51 52 29	—	204 „	18, 9 „
Erfurt	50 58 8	—	635 „	15, 6 „
Prag	50 5 0	—	764 „	15, 4 „
Würzburg	49 46 6	—	525 „	16, 2 „
Wien	48 12 36	—	480 „	16, 0 „

b) mit großen Regenmengen, meiſtens ſüdlich, ſüdweſtlich oder weſtlich und „Curhaven (an der Nordſee) ausgenommen“ meiſtens „hoch“ gelegene:

			Höhe.	Regenmenge.
Curhaven	53°75′ 0″	—	wenige Fuß	29,″2 P.
Trier	49 46 37	—	379 „	27, 9 „
Tübingen	48 31 0	—	1010 „	28, 6 „
Freudenſtadt a. d. Schwarzwald	48 47 0	—	2175 „	57, 1 „
Genkingen a. d. Schwäb. Alp	48 25 0	—	2400 „	35, 5 „
Ulm	48 23 39	—	1432 „	27, 7 „

		Höhe.	Regenmenge.
Augsburg	48°21′ 0″ —	1464 Fuß	35,″9 P.
Tegernſee	48 9 0 —	2263 „	49, 2 „
Mühlhauſen im Elſaß	47 49 0 —	708 „	28, 3 „
Trieſt	45 34 0 —	35 „	32, 0 „

c) mit mittleren Regenmengen; zum Theil Wald-bedeckt, theils niedere, theils höhere und hohe, meiſtens weſtliche, ſüdweſtliche und ſüdliche.

		Höhe.	Regenmenge.
Lüneburg	53°15′ 0″ —	Fuß	24,″0 P.
Salzuffeln	52 4 0 —	„	26, 9 „
Sagan (in Schleſ.)	51 42 0 —	509 „	21, 3 „
Göttingen	51 31 54 —	456 „	24, 9 „
Breslau	51 6 30 —	400 „	23, 9 „
Mannheim	49 29 13 —	284 „	20, 6 „
Metz	49 7 0 —	456 „	26, 6 „
Weißenburg im Elſaß	49 2 0 —	564 „	25, 9 „
Regensburg	49 0 53 —	1046 „	20, 9 „
Karlsruhe	48 59 0 —	361 „	25, 7 „
Stuttgart	48 46 0 —	847 „	23, 7 „
Giengen a. d. Brenz	48 37 0 —	1440 „	25, 5 „
Straßburg	48 34 55 —	448 „	26, 2 „
Peißenberg (der) in Bayern	47 47 0 —	3087 „	25, 2 „

Zu Heidelberg (313 Fuß über Meeresfläche) fand Muncke die jährliche Regenmenge, im Mittel aus fünfjährigen Beobachtungen von 1820 bis 1825, in einem etwa 40 Fuß über der Erde befindlichen Regenmeſſer nahe genau 26 Par. Zoll. Für England fand ſie Dalton im Mittel gleich 29,2 Zoll. Zu Bergen in Norwegen betrug ſie, nach Arendtz, dreimal ſo viel als zu Aobo in Finnland und nahe fünfmal ſo viel als zu Upſala, nämlich 73 Zoll, und zu Paris zeigte ſich die jährliche Regenmenge in naſſen Jahren geringer als in trocknen, z. B. im Jahr 1816 betrug ſie nur 20 Zoll 2 Linien, 1811 hingegen 21 Zoll 9 Linien. Im Allgemeinen ſteht, bei gleicher Bodengüte eines Ortes, deſſen Fruchtbarkeit im Verhältniß ſeiner jährlichen Meteorwaſſer-Menge, indeſſen ſind hiebei außerdem noch zu berückſichtigen die Jahres- und Tages-Zeiten, in denen das Meteor-Waſſer den Boden feuchtet; die Zahl der Regentage und die Dichte des Regens (ob auf eine und dieſelbe Fläche zur Regenzeit viele oder wenige Regentropfenſtralen neben einander fallen, und ob die einzelnen Tropfen groß oder klein), die Winde, die den Regen begleiten (vermitteln und folgen), die elektriſche Beſchaffenheit und der chemiſche Gehalt deſſelben.

Nicht nur innerhalb der Wendekreiſe, ſondern auch in manchen Theilen der übrigen Himmelsſtriche gibt es Gegenden, die im Jahre nur eine Regenzeit haben, während andere den größeren Theil des Jahres hindurch von Zeit zu Zeit mit Regen, und außerdem noch im Winter mit: Oxygen der Luft verdichtenden und dem Boden zuführenden und warmhaltenden (Wärme ſchlecht leitenden und mithin auch dem Boden nicht entführenden, und eben ſo wenig der Kälte kalter Winde Eingang geſtattenden) Schnee hinreichend verſehen erſcheinen, was gewiſſe Pflanzenanbaue (z. B. Wieſenpflege) ungemein erleichtert und befördert; wie denn z. B. Deutſchland in der Regel den Winter hindurch zur Frühlings-Bodenfeuchte hinreichenden Schnee und die größere Menge ſeines Regens in die Sommermonate vertheilt erhält, während in Ober-Italien, und ebenſo zu Middelburg und zu London der meiſte Regen im Herbſte fällt; zu Augsburg, Straßburg, Tübingen, Regensburg und Sagan fällt die größte Waſſer-Menge im Juli, zu Tegernſee, Giengen, Stuttgart und Mannheim im Juni, während Sagan ſeine kleinſte Meteorwaſſer-Menge im Januar, Regensburg im April, Tegernſee im Dezember und die übrigen genannten Städte ſie im Februar erhalten. Im Mittel aus vieljährigen Beobachtungen beträgt in Deutſchland, durchſchnittlich genommen, die Geſammthöhe des gefallenen Meteorwaſſers im Winter: 4 Zoll 3 und 74/100 Linien, oder nur in Linien ausgedrückt: 51,74; im Frühling 5″ 3‴,45 oder 63‴,45; im Sommer 9″ 8‴,82 oder 116‴,82 und im Herbſt 5″ 11‴,88 oder 71‴,88. Denkt man ſich das Jahr in gleich lange, 30 Tage dauernde Monate getheilt, und vertheilt man hienach das vieljährigen Beobachtungen gemäß berechnete Mittel der zu je 30 Tagen gehörigen Regenmengen, ſo kommt auf jeden dieſer Monate die im Folgenden in Höhen ausgedrückte und beibemerkte Geſammtregenmenge; nämlich auf den

Januar	16,61	Linien.	Juli	39,28	Linien.
Februar	17,85	—	Auguſt	36,82	—
März	16,73	—	September	28,09	—
April	17,12	—	Oktober	22,66	—
Mai	29,60	—	November	21,13	—
Juni	40,72	—	Dezember	17,28	—

Werden dieſe Mengen in den zugehörigen Monaten oder Jahreszeiten beträchtlich überboten, ſo leiden darunter die Landgewächſe, wie denn z. B. in den Sommermonaten eine monatliche Regenmenge von 4 Zoll Höhe (was 12 mal 12 mal oder 144 mal 4 d. i. 576 Cubikzoll auf 1 Quadratfuß Land austrägt) für die meiſten Gegenden Deutſchlands die Nachtheile eines naſſen Sommers mit ſich führt. Steigt ſie bis zu 5 und 5½ Zoll Höhe und fällt dabei der Regen nicht auf die meiſten Tage des Monats gleichförmig vertheilt, ſondern in wenigen Tagen, ſo treten gemeinhin die Flüſſe aus und Ueberſchwemmungen ſind an der Tagesordnung. Je geringer die

Zahl der Regentage und je größer die Regenmenge, um ſo weniger vertheilt erſcheint dieſe oder: um ſo größer iſt die *Dichte des Regens*, ſo daß ſich alſo bei gegebener Regenmaſſe Regentage-Zahl und Regen-Dichte (oder Regen-Stärke) verkehrt verhalten. Im ſüdlichen Europa beträgt z. B. die erſtere 112 bis 126, während in unſeren Gegenden (im mittleren Deutſchland und mittleren Europa) das Jahr, im Mittel aus vieljährigen Beobachtungen, 140 bis 160 Regentage zählt, und in mehr nördlichen Gegenden dieſe Zahl auf 180 Tage und darüber ſteigt. Dividirt man die beobachtete Regenmenge eines Monats oder Jahres mit der Zahl der Regentage, ſo erhält man mithin den Werth der *Regendichte* in Zahlen ausgedrückt, oder die Höhe der in einem Tage fallenden mittleren Regenmenge in Pariſer Linien ausgedrückt; für *Deutſchland* iſt ſie im Mittel (aus den Beobachtungen verſchiedener Gegenden Deutſchlands) 1''',9 Pariſ., oder auf 1 Quadratſchuh gleich 22,8 Par. Cubikzoll; in bergigen Gegenden wird dieſe mittlere Höhe gewöhnlich (in höheren Gebirgen zum Theil beträchtlich) überboten (wie ſie denn zu *Freudenſtadt* auf dem Schwarzwalde gewöhnlich auf 1 Tag 5''',3 und zu *Genkingen* auf der Schwäbiſchen Alp 3 Linien beträgt), in niederen Gegenden, zumal in ſolchen, deren Höhen man — aus mißverſtandener Verbeſſerungsſucht — die Waldbedeckungen und damit den größeren Theil der die Niederungen befruchtenden Regen und Quellen nahm, nicht ſelten nur zum kleineren Theil erreicht; Heiden- und ähnliche Steppen-Gegenden haben die geringſte Regendichte, wie denn auch in denen großen Steppen, z. B. in den Wüſten Afrika's, ſo weit ſie keine Oaſen darbieten, gar kein Regen fällt*). *Je dichter der*

*) Welchen Einfluß die *geographiſche Breite* (die mehr ſüdliche oder mehr nördliche Lage) in Verbindung mit *Höhe über Meeresfläche*, ausgedrückt nach Pariſer Fußmaß, auf die *jährliche Zahl der Regentage* ausübt, zeigt folgende Tabelle an, die zugleich für diejenigen Orte, von welchen Beobachtungen vorlagen: die *Regendichte* (erhalten aus der beob. Regenmenge, dividirt durch die Regentage) und die in Höhenlinien ausgedrückten *mittleren Mengen des in einem Tage* in den verſchiedenen Jahreszeiten gefallenen *wäſſerigen Niederſchlages* darbietet:

	Nördl. Br.	Höhe.	Regentage-Zahl.	Dichte in P. Linien.	Wäſſerniederſchlags-Mengen in 1 Tag.			
					Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbſt.
Montpellier ..	43° 17′	144′	85	3,20	—	—	—	—
Orange	44 8	—	94	3,61	—	—	—	—
Turin	45 4	708	100	4,16	—	—	—	—
St. Bernhard (Hoſp.)	45 32	7668	107	6,10	—	—	—	—
Genf	46 12	1191	103	3,14	2,29	3,10	3,76	3,32
Bern	46 56	1792	—	3,95	3,54	3,89	4,39	3,10
München	48 8	1636	137	—	—	—	—	—
Wien	48 12	480	114	1,69	—	—	—	—
Augsburg	48 21	1424	148	2,91	—	—	—	—
Tübingen	48 31	1010	110	—	—	—	—	—
Strasburg ...	48 34	448	153	2,02	1,41	2,52	2,35	1,81
Giengen	48 37	1440	143	2,14	—	—	—	—

Regen, um ſo weniger kann davon während ſeines Fallens verdampfen, um ſo tiefer kann er mithin in den

	Nördl. Br.	Höhe.	Regentage-Zahl.	Dichte in P. Linien.	Waſſerniederſchlags-Mengen in 1 Tag.			
					Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbſt.
Stuttgart	48° 46′	847′	155	1,83	—	—	—	—
Regensburg ..	49 1	1046	130	1,98	—	—	—	—
Metz	49 7	456	159	2,00	—	—	—	—
Mannheim ...	49 29	284	145	1,63	1,14	1,99	1,73	1,68
Trier	49 46	379	146	2,29	—	—	—	—
Würzburg	49 46	525	141	1,10	1,10	1,33	1,15	0,84
Prag	50 50	764	109	1,77	0,80	1,46	3,06	1,77
Brüſſel	50 51		164	1,29	0,97	1,59	1,50	1,19
Erfurt	50 58	635	128	1,16	0,62	1,33	1,77	0,92
Göttingen	51 31	456	162	1,84	—	—	—	—
Rotterdam ...	51 55		187	1,22	—	—	—	—
Berlin	52 31	101	171	1,38	—	—	—	—
Cuxhaven	53 75	wenige	145	2,42	—	—	—	—
Kopenhagen ..	55 41	Fuß	180 ?	1,16	—	—	—	—
Petersburg ...	59 56		181	1,12	—	—	—	—

Zu Verona beträgt die jährliche Zahl der Regentage 84, zu Chambéry 114, zu Mainz (dortige Rheinſpiegelhöhe über der Nordſee iſt = 200 Par. Fuß) 140, zu Düſſeldorf (Rheinſpiegelhöhe = 100 Par. Fuß) 132, zu Hagenau im Elſaß 166, auf der Wartburg bei Eiſenach (unter 50° 58′ 50″ n. Br. und bei einer Höhe von 1110′ Par.) 161; zu Ilmenau 181, zu Hamburg (53° 34′ 20″ n. Br.) 136, zu Jena (50° 56′ 28″ n. B.) 178, zu Dünkirchen (51° 2′ 11″ n. B.) 157, und zu Moskau (55° 45′ 20″ n. Br.) 168. — Die mittlere Dichte des in 1 Tag gefallenen Meteorwaſſers iſt, in Par. Höhenlinien gemeſſen, zu Padua (45° 23′ 40″ n. Br.) = 3,87, zu Tegernſee (48° 9′ n. Br.) 2,70, zu Lüneburg (53° 15′) 1,36, zu Middelburg (51° 31′ n. Br.) 1,04, zu Paris (48° 50′ n. Br. und 126′ Par. Höhe des Seine-Spiegels, ſo wie 224′ Höhe der Sternwarte) 1,60 und zu London (51° 31′ n. B. 40′ Par. mittl. Höhe der Themſe daſelbſt) 3,15. Die Regen-Dichte der einzelnen Jahreszeiten, gemeſſen nach Par. Linien der mittleren Menge des in 1 Tag gefallenen Meteor-Waſſers erreicht zu Tegernſee im Winter 2,17, im Frühling 2,79, im Sommer 3,85 und im Herbſt 1,99; die auf dem Peißenberg (47° 47′ n. Br. und von 3087′ Par. Höhe) zur Winterszeit 0,80, im Frühling 1,77, im Sommer 2,17 und zur Herbſtzeit 0,92. — Nach Anderſon drücken nachfolgende Zahlen der oberen Reihe die jährlichen Regenmengen in Höhen-Zollen aus, während die Zahlen der unteren Reihe die zugehörigen nördl. Breiten (die Aequatorial-Gegend durch 0 bezeichnet) angeben:

Regenmengen	73	69	59	47	35	25	19	14	12	11½
Breiten	0°	10	20	30	40	50	60	70	80	90.

Im Allgemeinen, von örtlichen Störungen abgeſehen, entſprechen die jährlichen Mengen der wäſſerigen Niederſchläge eines Ortes ſeiner mittleren Luftwärme; m. Meteorolog. II. 2. S. 202. Betrachtet man die jährliche Regenmenge einer Gegend als Einheit, ſo iſt, Kämtz zufolge (a. a. O. 565) die dem Winter (Dezbr. — Febkuar) zukommende Meteorwaſſer-Menge an der Weſtküſte Europa's nahe eben ſo groß, als in den drei Sommermonaten; in Bergen und Norwegen iſt aber der Winterregen noch bei weitem überwiegend. Je weiter von den Küſten in's Innere des Feſtlandes, um ſo mehr herrſchen die Sommerregen vor. Daſſelbe ſcheint auch an der Weſtküſte Amerika's außerhalb der Wendekreiſe zu gelten, ſo wie auch an der Oſtküſte von Neuholland. Nur das Becken des mittelländiſchen Meeres bildet eine beſondere Gruppe von Klimaten, indem hier wegen des über der afrikaniſchen Küſte hinaus ſich verbreitenden heißen Luftſtroms die Sommerregen faſt verſchwinden und zwar um ſo mehr, je weiter man nach Süden vordringt;

Boden eindringen und um ſo mehr vermag er daher das Wachsthum der Wurzeln zu begünſtigen. Hieraus folgt jedoch nicht, daß z. B. ein Platzregen tiefer eindringe, als ein längere Zeit andauernder feinerer Regen; denn zum Eindringen wird nicht nur Zeit, ſondern auch Raum zum Ausweichen für einen Theil der im Boden befindlichen Luft erfordert. Während daher das Waſſer des Platzregens ſehr bald oberhalb der Erdſcholle in Rinnen zuſammen und nicht ſelten (bei ſchiefer Bodenlage) einem manchmal beträchtlichen Theile nach abfließt, hindert die eigene Cohäſion ſeines zuſammengefloſſenen Waſſers, deſſen ſchnelles und tiefes Eindringen: während dieſe bei feinerem Regen kraft der größeren Vertheilung und der gegen jedes Theilchen gerichteten verhältnißmäßig ſtarken Flächen-Anziehung (Capillarität, ſ. oben S. 68) der Bodentheile ſofort gewältigt und dadurch zu gleicher Zeit Wärme entwickelt wird, welche, indem ſie dem Waſſer verbleibt, deſſen phyſiſche und chemiſche gegen die löslichen Beſtandtheile des Bodens, ſo wie ſeine erregende (Lebensthätigkeit erhöhende) gegen die keimenden Samen, Wurzeln u. ſ. w. gerichtete Wirkſamkeit verſtärkt. Die mittelſt des Regens aus dem fruchttragenden Boden entwickelte Luft iſt meiſtens Azotgas (Stickgas, Stickluft; mephitiſche oder phlogiſtiſche Luft der älteren Phyſiker) der in den Boden eingedrungenen atmoſphäriſchen Luft (oben S. 37 und 94 Anm.), deren Oxygengas ſich größtentheils mit dem Carbon verweſender Pflanzen oder Pflanzen- und Thiertheile zu Carbonſäuregas (S. 37 Anm.), zu Humusſäure (oder ſog. Düngſtoff; m. Grundz. I. 583) und damit zur Hauptnahrungsquelle der lebenden Wurzeln und Wurzelkeime verbindet, welche beide, ſo wie auch den kleinen Reſt annoch ungebundenen Oxygens das eindringende Regenwaſſer aufnimmt und ſammt der durch Adhäſion entwickelten und ihm zu Theil gewordenen, zumal bei Frühlingsregen ſichtbarlich Leben (ſowohl der Saamen als der in dem Boden verborgenen Inſekten-Eier) weckenden und (in den Wurzeln, ſo wie häufig zu deren ſpäterem Nachtheil — in

---

dagegen walten in dieſem Becken faſt überall die Winterregen vor. Herbſtregen zeigen ſich faſt nur an den Küſten des atlantiſchen Meeres. — Hinſichtlich der in dieſer, ſo wie überhaupt in meteorologiſcher Hinſicht die einzelnen Länder betreffenden Verhalten bietet m. Arch. f. d. ges. Naturl. (I. — XXVII. Band) in jedem Bande ausführliche Mittheilungen und einzelne Nachrichten dar. — Regelmäßig ändern ſich die Windrichtungen in der Richtung von Morgen gegen Mittag, Abend und Mitternacht, wenn die entgegengeſezte Richtung eingehalten wird, wenn alſo der Wind aus O in N, von hier aus in W, dann in S übergeht, ſtehen zur Sommerszeit häufig Gewitter- und Regenbildungen bevor, zumal wenn der Rückgang ſchnell eintritt; m. Meteorologie II. 2. S. 251 ff. Ehe es zum anhaltenden Regen kommt, ändert ſich die Ordnung der Windrichtungen gewöhnlich mehr als einmal; indeſſen erleiden dieſe und ähnliche Regeln bei uns, nach Jahreszeit und nach der Lage des Ortes, nicht ſelten ſehr merkliche Ausnahmen, zumal zur Zeit bald nach den Frühlings-Nachtgleichen, im April und längere Zeit nach den Herbſt-Nachtgleichen, Ende Oktober und Anfang November.

den Nymphen oder Puppen der Inſekten *) fördernden Wärme ſeine geſteigerte Wirkſamkeit dann am auffallendſten bethätigt, wenn es den Boden faſt trocken oder nur ſehr wenig feucht vorfand. Der die Luft durchfallende Regen entzieht derſelben übrigens ebenfalls, Luft verſchluckend, einen Theil ihres Oxygen und ihrer Carbonſäure, und außerdem die in ihr ſchwebenden zum Theil fauligen, zum Theil ſchon durch Fäulniß zerſetzten phyſiſchen Beimiſchungen, und dadurch iſt er, während er die Luft reinigt, zugleich um ſo mehr befruchtend für die Pflanzen des Bodens, in den er eindringt. Am meiſten ſichtbar tritt dieſes bei Gewitter-Regen ein, und da dieſe das zwiſchen Wolken und Erdboden aufgehobene elektriſche Gleichgewicht wiederherſtellen, und mithin ſelbſt mehr oder weniger elektriſirt zu denen in dem Boden befindlichen Wurzeln u. ſ. w. gelangen, ſo darf man folgern: daß an der häufig auffallend ſchnell ſichtbar werdenden höheren Belebung der Pflanzenwelt unmittelbar nach Gewittern, allerdings auch die durch den Regen zugeführte Wolken-Elektricität Theil habe; in welchem Maße erfriſchend dergleichen Regenwaſſer auch auf höhere Organismen wirkt, kann jeder erfahren der ſich mit friſch gefallenem Gewitterregen-Waſſer Kopf, Bruſt und Hände waſcht, oder, noch merklicher, den ganzen Leib darin badet. — Wolkenbrüche, Platzregen und ſchon die gewöhnlichen Gewitterregen gewähren Waſſermengen, welche die mitttere Regenmenge des Ortes gemeinhin beträchtlich übertreffen; manches Sommertags-Gewitter gibt allein 12 bis 13 Linien Regenhöhe (mithin 144 bis 169 Cubikzoll auf 1 Quadratfuß). Sehr abhängig iſt auch die jedesmalige Waſſermenge (alſo die Dichte) des Regens von den Winden, die in Hinſicht dieſer ihrer Wirkſamkeit nicht nur von den Flächen bedingt werden, welche ſie beſtreichen — bevor ſie die Gegend des Beobachtungs-Ortes erreichen, ſondern auch von der Beſchaffenheit dieſer Gegend ſelbſt; ob dieſelbe bergig oder thalig, Wald-bedeckt und weit gedehnte Wieſen darbietend oder trocken, nackt und ſandig iſt. So fällt z. B. der meiſte Regen zu Bern und zu Augsburg und Hamburg bei W (Weſt-), zu Kopenhagen, Berlin, Stuttgart, auf der Schwäbiſchen Alp, zu Genf und auf dem St. Bernhard bei SW (Südweſt), zu Mannheim bei S und zu Padua bei N (Nord)-

---

*) Unter denen aus den Eiern durch die Bodenwärme ausgebrüteten Larven (Maden und Raupen) geflügelter Inſekten ſind die des Mai- oder Kreuz-Käfers für die Wurzeln zumal des Getreides am meiſten gefährlich, da dieſe Larven, Engerlinge oder Glime genannt, vier Jahre lang in der Erde leben, um endlich, nachdem noch zwei Jahre auf deren Verpuppungs-Zuſtand hingegangen, als Käfer zum Vorſchein zu kommen, wo dann dieſer wieder dem jungen Laube ſehr nachtheilig wird. Aehnlichen und in manchen Jahren ſehr bedeutenden Schaden, bringt den Getreidewurzeln auch die Larve des Brach- oder Junius-Käfer. Dieſen Beeinträchtigungen Einhalt zu thun, iſt kein ander Mittel übrig — als die Käfer ſelbſt möglichſt zu mindern.

Wind; im Mittel iſt jedoch von allen Richtungen der *Windroſe* *) der W der vorherrſchende Regenbegleiter. Auch die *Elektricität*

---

*) Befinden wir uns auf weiten Landebenen, hohen Berggipfeln, dem Meere ꝛc. ſo erſcheint uns die Umgegend, dort wo ſie am weiteſten und tiefſten von unſerem Auge fernt, oder wo der Himmel die Erde begränzt, ſtets *kreisrund*; denken wir uns dieſe Rundung durch eine Kreislinie zum wirklichen Kreiſe ausgebildet, ſo iſt dieſer Kreis der (ſcheinbare) *Horizont*, den man insgemein in 32 gleiche Theile oder Schnitte theilt, ſo daß jeder dieſer Theile, da der Kreis bekanntlich in 360 Grade oder Hauptheile abgetheilt wird, 360 dividirt durch 32 d. i. 11¼ oder 11,25 Grad faſſet. Jeder dieſer 32 Punkte erhält dann einen beſondern, alle zuſammen aber erhalten den gemeinſchaftlichen Namen: *Weltgegenden* (Plages oder Plagae mundi) und wenn ein Luftereigniß ꝛc. über einen dieſer 32 Punkte eintritt, oder eine Linie nach demſelben gerichtet erſcheint, ſo ſagt man, das Ereigniß hat ſtatt in-, oder die Linie richtet ſich nach dieſer oder jener Weltgegend. Bei der Eintheilung ſelbſt legt man die *Mittagslinie*, d. i. jene Linie zum Grunde, welche man für einen gegebenen Ort erhält, wenn man zur Zeit wenn die *Sonne* (oder ein Stern) ihre (oder ſeine) größte Höhe am Himmel erreicht hat, in Gedanken einen größten Kreis (den *Mittagskreis* oder *Meridian* des Ortes) dergeſtalt durch ihren Mittelpunkt zieht, daß derſelbe den Horizont in zwei Punkten ſchneidet, von denen der eine von dem Punkte, den an demſelben Tage der Mittelpunkt der Sonne bei deren Aufgang traf, um 90 Grade, und der andere um eben ſo viel von jenem fernt, welchen die Sonne an demſelben Tage bei ihrem bevorſtehenden Untergange treffen wird, und dann jene beiden (90 Grade vom Aufgangs- wie vom Niedergangspunkte fernenden) Gegenpunkte durch eine gerade Linie verbindet. Hatte man hiebei nun nicht den ſcheinbaren Horizont ſondern den *wahren* d. i. jenen größten Kreis zum Grunde gelegt, welchen man erhält, wenn man ſich eine dem ſcheinbaren Horizont gleichlaufende Kreislinie um eine Ebene gelegt denkt, die den Mittelpunkt der Erde zum eigenen Mittelpunkt hat und die von der vom ſcheinbaren Horizonte umſpannten Kreisebene überall gleich weit abſteht (ihr parallel iſt), ſo gewährt dieſer *wahre Horizont* — der auf dem Meere und auf ſehr weiten Erdebenen, der unermeßlichen Himmelsferne wegen (der gemäß die Erde ſelbſt gleichſam zum Mittelpunkt der *Himmelskugel*, d. i. des geſammten über uns und über unſere Gegenfüßler befindlichen Himmels wird) mit dem *ſcheinbaren* zuſammenfällt, indem er die Himmelskugel in zwei Hälften (eine obere und eine untere) theilet, — in den beiden entgegengeſezten Endpunkten der Mittagslinie, d. i. mit ſeinem mittäglichen Durchſchnittspunkt, mit dem erſteren den wahren Süd-, mit dem lezteren den wahren Nord-Punkt, oder das *wahre Süd* und das *wahre Nord*, mit dem gegenüber der Morgenſeite der Mittagslinie von jedem dieſer beiden Punkte 90° fernenden Punkte den wahren Weſtpunkt, oder das *wahre Weſt*, und mit dem gegenüber der Abendſeite der Mittagslinie ebenfalls vom wahren Süd und Nord um 90° abſtehenden Punkte den wahren Oſtpunkt, oder das *wahre Oſt*. Dieſe vier Gegenpunkte des wahren Horizonts heißen ſeine Haupt- oder *Cardinalpunkte* und jene Himmelsgegenden, welchen ſie als mittlere Punkte zugehören, und die alſo durch ſie beſtimmt werden, die *vier Weltgegenden*, die man (wie alle Zwiſchengegenden) mit den zugehörigen großen lateiniſchen Anfangsbuchſtaben, mithin *Süd* (Mittag) oder Süden durch **S**, *Nord* (Mitternacht) oder Norden durch **N**, *Oſt* (Morgen) oder Oſten durch **O**, und *Weſt* (Abend) oder Weſten durch **W**, und ebenſo die zwiſchen **S** und **O** fallende mittlere Richtung durch **SO** (*Südoſt*), die zwiſchen **S** und **W** fallende durch **SW** (*Südweſt*), ſo wie jene der Mitte zwiſchen **W** und **N** durch **NW** (*Nordweſt*) und die zwiſchen **N** und **O** durch **NO** (*Nordoſt*) bezeichnet. In gleicher Weiſe die einzelnen Bogen, alſo deren acht hälftend, bekommt man auſſer dieſen *erſten* 4 *Nebengegenden*, weitere 8 *zweite*, benannt, nach der nebenliegenden Hauptgegend und der erſten Nebengegend, wie folgt: *Nord-Nord-Weſt* (**NNW**) und *Weſt-Nord-Weſt* (**WNW**); *Weſt-Süd-Weſt* (**WSW**) und

(über deren Natur, Erregungs-, Beſtimmungs- und Bezeichnungsweiſe ſo wie über deren naturgeſetzliche Wirkungen ſpäterhin die nöthigen

---

Süd-Süd-Weſt (SSW); Süd-Süd-Oſt (SSO) und Oſt-Süd-Oſt (OSO); Oſt-Nord-Oſt (ONO) und Nord-Nord-Oſt (NNO). Eine nochmalige dieſer nun ſechszehn Bogen gewährt die dritten 16 Nebengegenden: nämlich Nord gen Weſt, Nordweſt gen Nord, Nordweſt gen Weſt und Weſt gen Nord-Weſt gen Süd, Südweſt gen Weſt, Südweſt gen Süd und Süd gen Weſt; Süd gen Oſt, Südoſt gen Süd, Südoſt gen Oſt und Oſt gen Süd; und Oſt gen Nord, Nordoſt gen Oſt, Nordoſt gen Nord und Nord gen Oſt. Offenbar rührt dieſe Eintheilung, die Namen zeugen dafür, von deutſchen oder holländiſchen Schiffern her; jetzt ſind ſie indeſſen von allen Europäern und Seehandel treibenden Amerikanern angenommen. Die den Weltgegenden von den Griechen und Römern beigelegten Benennungen ſind mit den unſeren nicht gleichbedeutend, weil jene Völker den Horizont nicht in 8 oder 16, ſondern in 12 oder 24 Theile zerfallen ließen. Die Meteorologen führen übrigens die Theilung gewöhnlich nur bis zu 16, und ſo viel bietet gemeinhin auch nur die Windroſe oder Schiffsroſe, das iſt, jene ſternförmige Figur dar, welche die gewöhnlichen, auf dem Lande gebräuchlichen Kompaſſe oder Bouſſolen, auf die innere Grundfläche des Gehäuſes unter der Magnetnadel gezeichnet enthalten, und die in der Regel in Form dreier (einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt habenden und mit ſämmtlichen Spitzen einen und denſelben Kreis berührenden, oder doch vom gemeinſchaftlichen Mittelpunkt ab durchgängig gleich weit hinausreichenden) dergeſtalt übereinander gelegten Sterne gezeichnet wird, daß keiner der drei einzelnen Sterne einen oder den andern deckt, ſondern jeder für ſich (der oberſte am vollſtändigſten, der unterſte nur ſeinen Spitzen-Enden nach) ſichtbar iſt. Gebräuchlich iſt es dabei, jener Spitze, welche den Nordpunkt anzugeben beſtimmt iſt, durch eine (Wappen-) Lilie, oder ein anderes Merkmal von den übrigen zu unterſcheiden, jede der übrigen aber durch die lateiniſchen Anfangsbuchſtaben der zugehörigen Weltgegend kenntlich zu machen. Wird dann die Nord-Spitze in die Richtung der Mittagslinie gebracht, oder mittelſt einer freiſchwebenden Magnetnadel (bei bekannter Abweichung derſelben) nach dem wahren Nord gekehrt, ſo zeigen die übrigen Spitzen, oder die mit ihnen parallel gelegten Linale, nach den beigeſchriebenen Weltgegenden hin, und gewähren ſo ein ſehr einfaches Mittel, jede derſelben leicht zu finden. — Die Kenntniß der Mittagslinie iſt zu aſtronomiſchen Beobachtungen durchaus unentbehrlich, und für den praktiſchen Phyſiker außer der Beſtimmung der Weltgegenden auch für manche andere Zwecke (z. B. zur Zeichnung und richtigen Aufſtellung der Sonnenuhren, zur richtigen Angabe der Zeit und Stellung der übrigen Arten von Uhren ꝛc.) ſehr brauchbar. Das gewöhnlichſte Verfahren, ſie zu beſtimmen, iſt zwar für aſtronomiſche Zwecke nicht hinreichend genau, für alle übrigen jedoch vollkommen genügend. Es beſteht im Weſentlichen aus folgenden Verrichtungen. Man errichtet auf einer wagrecht geſtellten ebenen Fläche, z. B. auf einem ebenen genau wagrecht gelegten Brette, genau lothrecht einen Stift, um den mehrere, meiſtens zwei, hinſichtlich der Größe ihrer Halbmeſſer (und mithin ihrer Durchmeſſer und Umfänge) von einander abweichende, ein und denſelben Mittelpunkt (der zugleich mittlerer Punkt des cylindriſchen Stiftes oder ein Punkt in deſſen Axe iſt und in die den Kreiſen zugehörige gemeinſchaftliche Ebene fällt) beſitzende, mithin concentriſche Kreiſe gezogen werden. Am längſten Tage des Jahres, d. i. zur Zeit des ſog. Sommerſolſtitimus, ſtellt man nun dieſe Vorrichtung unter den freien klaren Himmel, bereits einige Stunden vor Mittag, und merkt jetzt auf der Fläche genau jene Punkte an, in welchen der Schatten der Stift-Spitze nach einer und derſelben Seite hin, in Form einer geraden Schattenlinie, die Kreiſe ſchneidet; und eben ſo verfährt man einige Stunden nach Mittag mit den entſprechenden Punkten der entgegengeſezten Seite; hälftet man hierauf jenen Bogen jedes Kreiſes, welchen dieſer dadurch darbietet, daß man in ihm vor und nach Mittag die Merkzeichen der Stiftſpitze-Schatten-Durchſchnittspunkte anbrachte, und verbindet man die Hälftungspunkte mittelſt einer geraden Linie, ſo wird dieſe Linie durch den gemeinſchaft-

Mittheilungen erfolgen werden) des Regens richtet ſich zum Theil nach den ihn begleitenden Winden. Schübler's hieher gehörigen Beobachtungen zufolge (vergl. Schweigger's Journ. d. Chem. LV. 249 ff. und daraus ausführlich in m. Meteorolog. II. 2. S. 316—319. Prechtl's hieher gehörige Erklärung und meine Zweifel; ebendaſ. 319—322) ſind 1) die wäſſrigen Niederſchläge am häufigſten poſitiv elektriſch bei N- negativ elektriſch hingegen bei S-Winden, und bei lezteren ſind ſie häufig mehr als um das Doppelte häufiger negativ; zeigen 2) S, SW und SO im Gegenſatz von NO N und NW nahe daſſelbe Verhältniß; denn bei jenen 3 ſüdlichen Winden ſind die Niederſchläge faſt doppelt ſo häufig negativ, als bei den 3 nördlichen; ſtehen 3) die öſtlichen und weſtlichen Winde zwiſchen dieſen Aeußerſten mehr in der Mitte, jedoch ſo: daß ſich, in Beziehung auf elektriſche Beſchaffenheit, die 3 öſtlichen im Allgemeinen mehr den nördlichen, die 3 weſtlichen mehr den ſüdlichen nähern; iſt 4) die Elektricität ſämmtlicher Niederſchläge häufiger negativ als poſitiv (gegen 100 poſitiv zeigten ſich 155 negativ elektriſirte Niederſchläge), dagegen iſt 5) die mittlere elektriſche Stärke (Intenſität) der poſitiv-elektriſchen Niederſchläge im Verhältniß von 69: (zu) 43 größer, als die der negativen; die größte Stärke zeigen 6) und 7) ſowohl die poſitiv-, als die negativ elektriſchen Niederſchläge bei nördlichen Winden, namentlich bei NO und bei N, die „geringſte" bei den 3 „ſüdlichen" Winden, indem die mittlere Stärke der Elektricität dieſer Winde zu der bei den 3 nördlichen ſich verhält, wie 39:75, während 8) bei den 3 öſtlichen Winden die Elektricität im Mittel in dem Verhältniß von 72:48 ſtärker als bei den 3 weſtlichen iſt. Endlich treten 9) die Gegenſätze des + E und — E (d. i. der poſitiven und negativen Elektricität) am reinſten und ſtärkſten bei nördlichen und öſtlichen Winden, weniger bei weſtlichen und am mindeſten bei ſüdlichen Winden hervor; leztere zeichnen ſich daher im Allgemeinen durch geringere Stärke aber größere Häufigkeit an negativ elektriſchen Regen, die nördlichen durch größere Stärke und reinere Gegenſätze aus. Da jeder Niederſchlag entſtehend + E darbieten muß, dennoch aber häufig mehrere — E darbieten, ſo kann dieſes nur dadurch entſtanden ſein: daß das an ihnen vorhandene + E durch anderweites — E nicht nur aufgehoben (oder in 0 E verwandelt) ſondern durch übrig

lichen Mittelpunkt der Kreiſe gehen, und verlängert gedacht mit ihrem einen gegen Süden gerichteten Ende nach dem wahren Süd, mit dem andern hingegen nach dem wahren Nord zeigen, und das erſtere derſelben wird ins Unendliche verlängert das wahre Süd, das leztere das wahre Nord treffen, die Linie ſelbſt aber die Mittagslinie des Ortes darſtellen. Ohne dieſe zu kennen, vermag man z. B. auch die Abweichung der Magnetnadel (vergl. m. Grundz. II. 325, 327 und 401) nicht zu beſtimmen, und ihre Kenntniß iſt daher auch dem zunächſt nur der Wiſſenſchaft und nicht unmittelbar den Gewerben zu Liebe forſchenden ſog. theoretiſchen Phyſiker unentbehrlich.

gebliebenes + E vertreten wurde. Die Hauptquelle dieſer negativen Elektriſirung iſt in der theilweiſen Verdampfung der Niederſchläge während ihres Niederfallens zu ſuchen; ſüdliche Winde befördern aber, weil ſie wärmer ſind, ſolche Verdampfung mehr wie nördliche, und ſüdweſtliche mehr wie nordöſtliche, erſtere (die ſüdlichen und vorzüglich die ſüdweſtlichen und weſtlichen) ſind aber auch zugleich feuchter, ſtellen daher die elektriſche Leitung der (im trocknen Zuſtande Elektricität nicht leitenden) Luft und damit die Schwächung des elektriſchen Gegenſatzes, alſo die geringere Stärke und mindere Reinheit der Elektricität her, während die mehr trocknen nördlichen, insbeſondere die nordöſtlichen, ſo wie auch die öſtlichen Winde im Gegentheil der Lufttrockniß förderlich wirken. Auch ziehen die Wolken bei *nördlichen* Winden *tiefer*, und die aus ihnen entlaſſenen Niederſchläge erleiden daher auf dem Wege zur Erde (weil er kürzer iſt, als jener von hoch ſtehenden Wolken) weniger Verluſt des bei ihrem Entſtehen ihnen zu Theil gewordenen + E; vergl. oben S. 5 und 130. Hiezu kommt noch, daß jede während des Niederſchlagens eintretende *Abweichung des Windes* von deſſen *horizontaler* Richtung zur ſchiefen, oder von der weniger ſchiefen zur mehr ſchiefen Richtung, die (Waſſerdampfhaltige in höheren Schichten durch Abkühlung in Dunſt übergehende, in niederen durch Wärmebindung an Dunſt verlierende) Luft verſchiedentlich elektriſirt; je nachdem dieſe dabei (wie gewöhnlich) nach oben oder (ſeltener) nach unten getrieben wird; wo ſie im erſten Fall, *Prechtl* zufolge an + E, im lezteren an — E gewinnt *). Der *chemiſche Gehalt*, oder die chemiſchen Beimiſchung des Regens, iſt theils *luftiger*, theils *tropfbarer*, theils *ſtarrer* (ſtaubiger) Art. Erhizt man Regenwaſſer, ſo entwickelt es außer Spuren von *Carbonſäure* gemeinhin gegen 4 Procent einer *atmoſphäriſchen Luft*, die (nach *Gay Luſſac* und A. v. *Humboldt* **) *reicher* an Oxygengas iſt als die gewöhnliche (S. 37. Anm.), nämlich davon ſtatt 21 gegen 28 bis 31 Proc. enthält, und der verſtorbene *Schrickel* (weiland erſter Leibarzt des verewigten Großherzog Carl Fiedrich von Baden) will dergleichen bei Gewittern geſammeltes Waſſer ſo reich an Elektricität gefunden haben, daß es in die es während der Erhitzung einſchließende Glasretorte Riſſe zu Wege brachte und ſie ſprengte. *Zimmermann* (weiland Profeſſor d. Chemie und Mineralogie zu Gießen) fand das *Eigengewicht* der Regenwaſſer ſehr verſchieden; das der ſalzreichen

*) Vergl. m. Meteorol. II. 2. S. 321. Ueber *Prechtl's* Meinung, daß große Rauchfeuer die Gewitter-Entladungen zu verhüten im Stande ſein dürften u. m. dagegen aufgeworfenen Zweifel; ebendaſ. Anm.

) Aehnlich verhält ſich auch die im *Flußwaſſer* befindliche *atmoſphäriſche Luft*, und iſt dieſe in dem Waſſer ärmer an Oxygengas, ſo erkranken die meiſten Fiſche und ſterben darin ab; m. Meteorologie I. 1. S. 429. Ueber Waſſer, worin *Forellen*, in Folge geringeren Oxygengehalt, ſich färben und roth werden, ſog. **Auraria piscina, ſ. a. a. O.

und einiger gefärbten (das Eigengewicht des deſtillirten Waſſers von 14° R. oder 17°, 5 C. gleich 1.00000 geſezt) gleich 1,00030 bis 1,00045 jenes der an organiſchen Subſtanzen reicheren (gleich 1,00010 bis 1,00028) im Mittel von 9 Verhältniſſen der Art nahe gleich 1,0003. Auch die ſalzreicheren enthielten weniger erdiglaugmetalliſche (Kalk= ꝛc.) und mehr laugmetalliſche Salze (zumal, wie mich auch eigene Beobachtungen lehrten, Laugmetall=Chloride, z. B. Natrinchlorid und Kalinchlorid, d. i. ſog. ſalzſaures Natron und ſalzſ. Kali oder Kochſalz und Digeſtivſalz) als das reine Quellwaſſer, und alle, vorzüglich aber die an organiſchen Subſtanzen reicheren, entließen durch Abdampfung eine an der Färbung des Rückſtandes mehr oder weniger Theil habende organiſche Subſtanz, welche Z. Pyrrhin nannte, die aber wahrſcheinlich ein Gemenge verſchiedener, zuvor (in Dunſtbläschen=Hüllen) lebenden Oscillarien (oben S. 93) oder verwandten Elementarorganismen angehöriger Bildungstheile iſt, und die darin mit vielen anderen ähnlichen Materien (z. B. mit denen in Waſſer oder in wäſſrige Weingeiſt gelöſ'ten ätheriſchen Oelen ꝛc.) übereinkommt, daß ſie die wäſſrige Löſung des Silberoxydnitrat oder ſalpeterſauren Silberoxyds (ſonſt auch Höllenſtein Lapis infernalis genannt) purpuret oder roſenröthet. In jedem Schnee, den Z. unterſuchte fand er eine ſchwärzlich metalliſche ſtarre Subſtanz die nicht vom Waſſer aufgenommen wurde und, näher unterſucht, neben Pyrrhin auch Eiſenoxyd und Manganoxyd enthielt und daher, mit Natronbicarbonat auf einem Platinblech hinreichend erhizt ſogleich ſtark blasgrün erſchien; ſ. m. Arch. f. d. ges. Naturl. I. 257. ff. und 310. Ueber den vom Regen und Schnee mit heruntergeriſſenen Sonnenſtaub ſ. Rafinesque's Abh. a. a. O. S. 293. — Marggraf fand im Regenwaſſer an Kalk (Calcit) gebundene Salzſäure und Salpeterſäure (Azotſäure), Prieſtley ebenfalls Calcitnitrat (ſalpeterſauren Kalk) und aus neueren hieher gehörigen Verſuchen eines R. Brandes und Liebig geht hervor a) daß die Gewitter=Regenwaſſer ſtets ſalpeterſaure Salze, gemeinhin das erwähnte Kalkſalz und Ammonnitrat (ſalpeterſaures Ammon oder ſalpeterſ. Ammoniak) enthalten; Scheele lehrte bereits vor mehr denn 50 Jahren daß atmoſph. Luft in welcher Menſchen, Thiere ꝛc. leben — Ammon enthält, und Cavendiſh zeigte bald darauf (1785) daß elektriſche Funken (mithin auch Blitze), welche durch atmoſphäriſche Luft hindurch ſchlagen, Falls derſelben Feuchtigkeit nicht abgeht (und) beſonders wenn dieſer Säuren=bindende und gegen Widerſetzung durch ſpätere Funken ſchützende baſiſche, als ſolche mit den Säuren Salze bildende Materien, z. B. Ammon, Kalk, Kali und dgl. beigegeben ſind) aus 2 Maß (Volum) ihres Azotgaſes und 3 Maß ihres Oxygengaſes Salpetrichtſäure (unvollkommene Salpeterſäure oder ſalpetrichte Säure) und bei wiederholter Funkendurchzuckung, unter weiterer Verbindung von noch 2 Maß Oxygengas mit der Salpetrichtſäure Salpeterſäure erzeugen. Daß ſich

Aehnliches beim Einſchlagen des Blitzes begibt, und daß der hiebei merkbare ſog. Schwefelgeruch von erzeugter dunſtiger Salpetrichtſäure herrührt, wurde hienach ſehr wahrſcheinlich. Liebig fand in dem Waſſer von 17 Gewitterregen Salpeterſäure, meiſtens in erwähnter Weiſe an Baſen gebunden, hingegen unter 60 anderen Regen nur bei 2 Spuren davon; b) daß unter den übrigen Salzen des Regenwaſſers Kochſalz vorherrſcht, Gyps (d. i. Calcitſulphat oder ſchwefelſaurer Kalk) in der Regel nicht fehlt, und ebenſo wenig an Salzſäure, Carbonſäure und Schwefelſäure gebundener Magnit (Magneſia, Bittererde oder Bitterſalzerde), denen ſich, zumal nach einem Hehrrauche, auch Spuren von phosphorſauren Salzen beizugeſellen pflegen. R. Brandes fand in 360 Unzen, während des ganzen Jahres 1825 zu Salzuſteln geſammelten Regenwaſſers zuſammen 2,75 Gran nicht flüchtige Salze ſammt Spuren von Eiſen und Manganoxyd und eines Ammonſalzes, das wahrſcheinlich Ammonitrat war; 1 Pfund (32 Loth) dieſes geſammten Regenwaſſers enthielt alſo beiläufig 0,122 oder nahe 1/8 Gran, oder nicht voll 1/480 Quentchen; c) B.'s Unterſuchungen gemäß fand ſich der Gehalt jenes dem Jahr 1825 angehörigen Regenwaſſers den einzelnen Monaten nach getheilt, wie folgt: es enthielten 1000000 Gewichtstheile deſſelben an fixen Subſtanzen, im

Januar	6,5 Gran.	Mai	0,8 Gran.	September	2,1 Gran.
Februar	3,5 —	Juni	1,1 —	October	3,1 —
März	2,1 —	Juli	1,6 —	November	2,7 —
April	1,4 —	Auguſt	2,8 —	December	3,5 —

Hienach ſcheint es: als ob ein gewiſſes bleibendes Verhältniß der in dieſen fixen Subſtanzen räumlich verdichtet und eingeengt erſcheinenden Materien, ſei es in Dunſt- oder in Rauchform, oder wahrſcheinlich in beiden zugleich, in der atm. Luft vorkomme, von denen ſich aber fortdauernd durch Abkühlung (und elektriſche Ausgleichung oder Aufhebung ihrer Elektriſirung und der daraus entſprungenen Abſtoßung) ein Theil niederſchlage und den Regen nur zufällig begleite, der daher, in Zeiten wo der Regen häufiger fällt (in den wärmeren Jahreszeiten), dieſem in verhältnißmäßig kleineren Mengen beigegeben erſcheint, als in den an wäſſrigen Niederſchlägen armen *). Uebrigens ändert ſich der Salzgehalt des Regens, ſeiner

*) Doch fiel in den Monaten der größten Salzmenge auch das meiſte Waſſer; a. a. O. S. 563 Anm. Ueber den erdigen, erzmetalliſchen und Salz-Gehalt des Thaues, ſ. ebendaſ. Nach anhaltender Dürre enthält auch das gewöhnl. Regenwaſſer etwas Salpeterſäure; a. a. O. S. 564. R. Brandes Berechnung zufolge betrug die Menge des dem Regen des Jahres 1825 angehörigen Gehalts an fixen Beſtandtheilen: für die Quadratmeile (die in Folge einer Geſammt-Regenhöhe von 283,7 Pariſ. Linien oder 24,4 preuß. Zoll) in 1171200000 Cubikfuß oder 77299200000 Pfunden Waſſers über 1,230166 preuß. Pfunde, ſo daß, wenn im Durchſchnitt auf 1 Quadratfuß Ackerfläche jährlich 2 1/4 Cubikfuß Regenwaſſer fällt, dieſe 19,9 Gran Meteorſalze mitbringen, was auf den Magdeburger Morgen von 24196,4 Pariſ. Quadratfuß volle 59 3/4 Pfund ſolchen Salzes beträgt.

Menge wie ſeiner Beſchaffenheit nach, auch mit den Winden, und Stürme, welche über Meere dahin brauſen und dem Lande zueilen, führen Dünſte mit ſich: mehr oder weniger reich mit Meerſalzen beladen; wie denn Küſtenpflanzen mit Salz überziehende Seeſtürme gerade nicht zu den großen Seltenheiten gehören; m. Meteorolog. a. a. O. 563.

p) Alle Ausdehnſamflüſſigen, oder, kürzer geſprochen, alle Gaſe (S. 6), ſeyen ſie nun Lüfte oder Dämpfe — das will ſagen: behaupten ſie ihre Ausdehnſamkeit ſowohl bei jedem bekannten Kältegrade, als auch bei gegen ſie gerichtete ſehr beträchtlich geſteigerte Druckgrößen und dürfen ſie daher im Allgemeinen bezeichnet werden als bleibend ausdehnſame (permanent elaſtiſche) Flüſſigkeiten oder permanente Gaſe, oder unterliegen ſie vielmehr, wenn auch zunächſt nicht ganz, ſondern nur theilweiſe, inſofern jeder Temperatur-Minderung und jeder Druck-Mehrung, als ſie durch den einen wie durch den andern Einfluß theilweiſe oder (bei hinreichender Andauer dieſer Einflüſſe) ganz und gar zuvörderſt in Dunſt oder in Rauch, endlich aber in Durchgängig-Tropfbare oder Gänzlich-Starre verkehrbar erſcheinen — haben mit den Tropfbaren oder Liquiden gemein die, nach allen Richtungen gleichförmigen Widerſtand vorausſetzende, durchgängig gleichmäßige Verſchiebbarkeit und daraus entſpringende gleichförmige Vertheilbarkeit, ſo wie die in Hinſicht auf ihre Geſammtbegränzung hieraus erwachſende durchgängige Abhängigkeit bei „freier Aufhäufung“: von der Anziehung (Adhäſion und Schwere) ihrer Geſammt-Unterlage (Unterfläche) und von der mit ihrer eigenen Aufhäufungs-Höhe wachſenden Eigendruck-Größe, und bei einengender Anhäufung: von der Geſtalt des ſie einſchließenden Gefäßes, und beide, Gaſe wie Tropfbare, unterſcheiden ſich hiedurch von jedem Starren (von jeder feſten Materie), indem dieſes in jeder verſchiedenen, ſeines Inneres treffenden Richtung darbietet ein eigenes; nur der gegebenen Richtung zukommendes Maaß von Widerſtand. In Folge dieſes überall „ungleichen“ Widerſtandes fordert jedes ſtarre Körperganze für jede beſondere Verſchiebungsrichtung auch eine beſondere Verſchiebungs- oder Zertheilungsgewalt, und beharrt es, einmal zertheilt in dieſer ſeiner Zertheiltheit, ohne wieder von ſelber zu dem vorigen Ganzen zuſammenzutreten; während dagegen jedes von einem hindurch gehenden Körper zertheilte Flüſſige, nach jedem innerhalb deſſelben vor ſich gehenden Fortrücken des Körpers wieder zuſammenfließt. Etwas anders verhält es ſich jedoch mit denen Starren, wenn deren mehrere loſe neben- und übereinander gelagert und zuvor durch Abreiben oder durch ähnliche die Außengeſtalt abändernde Vorgänge abgerundet und zugleich hinreichend verkleinert erſcheinen; wie z. B. der Trieb- oder Flugſand, der auch die Geſammtgeſtalt eines Gefäßes annimmt, in welches man ihn aufgeſchüttet

und der auch in Pumpen aufſteigt (ſ. m. Arch. f. d. gesammte Naturl. XVIII. 184 Anm. ff. 192 Anm.), und innerhalb eines Gefäßes von einzelnen Körpern durchſchnitten, nach der ſtellenweiſen Entfernung des Körpers, auch wieder zu der vorigen Annäherung der Einzelkörnchen zuſammenrollt. Indeſſen geht dennoch ſolchem Sande durchaus ab: völlige Gleichförmigkeit des Widerſtandes. Er iſt übrigens gewiſſermaßen im Groben, was der Rauch im Feinen und Feinſten darſtellt: ein Gehäuf, in welchem jedes Einzelkörperchen von einer, an ſeiner Oberfläche mehr oder weniger verdichteten eigenen gaſigen Atmoſphäre umgeben, und in Folge derſelben an den übrigen ähnlichen Körperchen mehr oder minder leicht verſchiebbar erſcheint; beim Rauch beſteht ſolche Atmoſphäre hauptſächlich aus Dampf; beim Sande und ähnlichen Anhäufungen kleiner ſtarrer Körper aus atmoſphäriſcher Luft. Tritt ſtatt der Luft tropfbare Flüſſigkeit zu dergleichen Körperchen, und zwar nur in ſolcher Menge: daß ſie die Zuſammenhäufung nicht aufhebt (indem jede dünnſte Schicht derſelben von entgegengeſezten Flächen einander gegenüber liegender Körpertheilchen angezogen wird), ſo entſteht das Teigige oder der Teig; vermag aber das ſolcher Geſtalt zwiſchen die Körperchen eingedrungene Tropfbare das ihnen anhaftende Gaſige (die Luft) nicht zu verdrängen und hinwegzuſchieben, oder bleibt es wenigſtens mit dem größeren Theile derſelben geſchwängert, ſo bildet ſich ſtatt des Teiges ein Brei und die neue hiedurch gewonnene Vermittelungsform iſt zwar verſchiebbar, wie der Teig, es mangelt ihr aber der Zuſammenhang der Körperchen während des Verſchiebens oder die Bildſamkeit; denn wohl iſt ſtets das Teigige nie aber das Breiige bildſam. Wenn aber durch Vermehrung der tropfbaren Zwiſchenmaſſe die gegenſeitige Anziehung der Körperchen unter ſich zur verſchwindenden Größe wird, gewinnt das Teigige den Anſchein des Breiigen; indeß ſondert ſich lezteres durch ruhiges Stehen nie als Teigiges ab, während erſteres hingegen nur gehöriger Ruhe bedarf, um vom überflüſſigen Tropfbaren ſich zu trennen und die vormalige Bildſamkeit wieder zu gewinnen. Sehr auffallend zeigen mehrere Gebirgsarten den Unterſchied des ehemaligen Teigigen vom ehemaligen Breiigen. Eine dritte und vierte Zwiſchenſtufe oberflächlicher Verbindungen gewährt das Schleimige, das Klebrige, das Schmierige und das Schlüpfrige. In dem „Schleimigen“ erſcheint jedes der ſtarren Körperchen mittelſt des Tropfbaren nicht ſowohl zum Teige verbunden, als vielmehr von demſelben bis zum Kerne durchdrungen, jedoch ohne dadurch in ein Flüſſiges verkehrt worden zu ſein; jeder aufgequollene Kern hängt mit denen ihm nächſten gleichfalls aufgequollenen Kernen mittelſt einer tropfbaren Flüſſigkeit zuſammen, die an jeglicher Kernoberfläche bis zum Aeußerſten angehäuft, mit dem zugehörigen Kerne nur durch deſſen Aufquellungs-Flüſſigkeit verbunden iſt, ſo daß überall außerhalb des Kernes leichte, in ihm ſelber aber möglichſt

gehinderte Verſchiebbarkeit bemerkbar wird; mehr oder weniger überſchüſſiger Zuſatz des Tropfbaren oder einer demſelben ähnlichen tropfbaren Flüſſigkeit mehrt die oberflächliche Verſchiebbarkeit und macht ſo hervorgehen das Mehr- oder Minder-Zähflüſſige, das zugleich um ſo klebriger iſt, je mehr die darin enthaltenen Körperchen, bevor ſie mit der tropfbaren Materie verbunden wurden, alſo als Staub, für ſich ſtarren Körperganzen (z. B. der Haut) anhaften. Das eigentliche oder vielmehr das durchaus „Klebrige" unterſcheidet ſich jedoch von dem Schleimigen weſentlich dadurch, daß in ihm nicht das Tropfbare in die Leiblichkeit des Starren übergegangen iſt und, ohne ſeine Verſchiebbarkeit aufzugeben ſich ihm untergeordnet, ſondern daß vielmehr umgekehrt das Starre gänzlich und ohne irgend eine Art von Vorherrſchung ſeiner Eigenſchaften ſich mit dem Flüſſigen verbunden hat, wodurch dann aber zugleich Atom für Atom aus dem Rein- oder Leichtflüſſigen ein beim Verſchieben überwiegend zuſammenhängendes, ſtarren Körperganzen Punkt für Punkt verſtärkt anhaftendes, Gemiſcht- oder Träg-Flüſſiges erwachſen iſt. Dem Breiigen ähnlich zeigt ſich das Schmierige, nur daß hier das dem Starren anhängende Tropfbare (z. B. das dem ſtarren Fett oder Stearin anhaftende flüſſige Fett oder Elain *)) nicht Luft-erfüllt hervortritt, wodurch es an Trägflüſſigkeit und Haftbarkeit gewinnt. Hingegen neigt ſich das Verhalten der Verbindung flüſſiger mit ſtarren Materien mehr zum Teigigen, und damit zum „Schleimig-Klebrigen", Falls das Luft-arme oder Luft-entleerte Tropfbare das Starre bis zu deſſen Aufquellung durchdrungen hat, ohne daß dieſes dadurch wirklich flüſſig wurde; wie dergleichen in den Verbindungen der fetten Oele mit Harzen, der flüchtigen Oele mit Wachs, Kampfer und Kampfer-ähnlichen Gebilden und eben ſo auch mit Harzen **) vorkommt. Von allen dieſen Zwiſchen-Zuſtandsformen oder Mittelzuſtänden weicht das Schlüpfrige dadurch ab, daß es ſich bei demſelben von Körperganzen handelt, die dadurch zur

---

*) Vergl. m. Grundz. I. 695. Bringt man z. B. gefrornes Olivenöl (Baumöl) auf Druckpapier, ſo ſaugt ſich bei mäßiger Temperatur-Erhöhung das Elain in das Papier ein und ſeihet ſich ſo durch daſſelbe hindurch, während das Stearin in dem Papierfilter zurückbleibt. Alle fetten, ſchmierigen wie trocknenden Oele; (a. a. O. S. 757) ſind mehr oder weniger Elain-reich und Stearin-arm; Butter und Thierfette aller Art haben dagegen zu weſentlichen phyſiſchen Beſtand- oder Miſchungstheilen in der Regel weniger Elain und mehr Stearin; jedoch gibt es einige, in denen beider Fettarten-Mengenverhältniß wenig von einander abweicht.

**) Die meiſten flüchtigen (ätheriſchen), als ſolche keinen Fettfleck hinterlaſſenden und in der Regel des Dochtes zum Anzünden nicht bedürfenden Oele (z. B. Lavendelöl, Rosmarinöl, Pfeffermünzöl ꝛc.) enthalten neben vielem flüſſigen Oele, von Berzelius: Eläopten genannt, wenig und zum Theil ſehr wenig ſtarr-, oder doch leicht erſtarrbare, nichtölige, gemeinhin Kampfer-, oder Harz-, oder Wachs- ꝛc. artige ebenfalls brennbare Materie, die B., ihrer Starrheit wegen, Stearopten nennt; a. a. O. S. 560 und 725.

geregelten Selbſtbegränzung der Starren neigen, daß in ihnen Aneinanderlagerung (Aggregation, geregelte Anhäufung) in gewiſſen Hauptrichtungen — aber ohne unterſcheidbare Zwiſchenräume — hervortritt, während bei geregelt ſelbſtbegränzten Starren (d. i. bei den Kryſtallen oder Kryſtalliniſch-Gefügten) die Fugen, hier Durchgänge der Blätter genannt, oder Zwiſchenräume theils offenbar vorliegen, theils mehr oder weniger verſteckt durch Rückſtralung des ein- und durchſtralenden Lichtes ſich verrathen. Am vollendetſten und am meiſten zur ſelbſtſtändigen Zuſtandsform erhoben erſcheint das Schlüpfrige geſtaltet in der Gallerte, und während bei den Kryſtallen nicht ſelten die verſteckten Durchgänge gänzlich fehlen und nur mittelſt Spaltbarkeit verfolgbare und dadurch offenkundig zu machende Blattfugen die Innen-Geſtalt des Körperganzen d. i. ſein Gefüge oder ſeine Structur nachweiſen, mangelt dem Gallertförmigen jede Art Offenfügung, und auch die Verſteckt-Fügung iſt von ſo geringem Querdurchmeſſer, daß ſie mittelſt der Durchleuchtung mehr zu errathen als zu erkennen ſteht. Während aber das Schleimige, Klebrige und Schmierige durch die Schwere (S. 38) mehr oder weniger zum Auseinanderfließen getrieben werden, zeigt ſich hier, in der Gallerte, bereits jener Zuſammenhalt der Theilganzen, welcher im Kryſtalliniſchen zum durchgreifenden Geſetz geworden, dieſes gegen Hinfälligkeit und Zerbröckelung ſichert, indem er die gegenſeitige Beziehung der Theile über die Folgen der Allgewalt der Schwere erhebt, und nicht dieſe Theile ſondern nur das aus ihnen beſtehende Ganze dieſen Folgen unterwerfbar beläßt; ſo daß ſich die Theile nicht in ihrer Einzelnheit, ſondern nur in ihrer Verbundenheit dem Zuge zum Erdſchwerpunkte (S. 8 ff.) „ohne Selbſthinderung" unterwerfen. Und iſt jedes Flüſſige, und ebenſo jedes mittelſt eines gegebenen Flüſſigen zur mehr oder weniger gleichförmigen Verſchiebbarkeit gelangte Starre, von dieſem Geſichtspunkte aus betrachtet mit der Geſammt-Erde verglichen ein ſeinen einzelnſten Theilen nach ihr mehr oder minder unterworfenes Leibweſen, ſo tritt hingegen nicht nur in jedem ſtarren Körperganzen, ſondern vollkommen kenntlich auch ſchon in der Gallerte der Verſuch hervor: ſich, gleichſam der Welt die wir Erde nennen gegenüber, als Eigenwelt zu behaupten und in eigener Räumlichkeit ſeinen Geſammtbeſtand zu ſichern. Und nur, wenn der Gallerte das zugehörige Tropfbare durch Verdampfung entführt, oder wenn mittelſt Durchwärmung ihrer ganzen Subſtanz die Anhaftung ihrer Fugſchichten-Gegenflächen aufgehoben und ſtatt derſelben eine nur vom Geſammt-Mittelpunkte zum Umfange hin wirkſame Anziehung, d. i. die Central-Adhäſion oder Tropfen-bildende Cohäſion in ihr geltend gemacht wird, hört ſie auf als Eigenform einer geſammten Leiblichkeit ſich zu behaupten, zerdörrt und zerbröckelt ſie, oder zerfließt ſie in urſprüngliche Theilganzen. — Aber ſowohl das Teigige und das Breiige, als das Schleimige, Klebrige, Schmierige und Schlüpfrige,

ſammt allen zwiſchen fallenden Uebergangsformen ſind, mit Beibehaltung der Art ihres inneren Zuſammenhanges, der Erſtarrung fähig: Falls das in ihnen vorkommende, an ſich Tropfbare (durch verſtärkte Anziehung des ſolches Tropfbare begleitenden an ſich Starren) bis zur gänzlichen Unverſchiebbarkeit gebunden und verdichtet und durch dieſe verbindende Verdichtung, im entſprechenden Maaße entwärmt wird, und es iſt die ſolcher Entwärmung oder Wärmeentwickelung hiebei gegenüber eintretende Cohäſionsähnliche concentriſche Bewegung des urſprünglich Tropfbaren, die bei ihrer Verbreitung in das urſprünglich Starre von dieſem mittelſt Punkt für Punkt wirkenden Widerſtand auf Gränzen beſchränkt und gehemmt wird, welche mit jenen des kurz zuvor noch mittelzuſtändigen Körperganzen ſelbſt zuſammenfallen, und nur in ſofern über dieſelben hinausgehen, als ſie die Adhäſion der Umflächen dieſes Ganzen zu deſſen ſtarren Umgebungen (Unter- und Seiten-Lagen) nach allen Außenpunkten hin vervollſtändigen und verſtärken. Denn überall wo Tropfbare verdichtet werden — und jede gegen ſie gerichtete Anziehung verdichtet ſie, weil ſie ſich für ſie in Zuſammenziehung verwandelt —, d. i. überall wo in ihnen die Concentricität der Innenbewegung vermehrt wird, wirken ſie gleichzeitig nach Außen hin (über ihre Umfläche hinaus) excentriſch, und zwar, in Folge des eigenen wie des fremden Widerſtandes; oscillatoriſch-excentriſch, oder auseinander wellenförmig bewegend, d. i. fühlbar wärmend, oder wird aus ihnen Wärme frei, und während ſie ſelber dadurch zur Minderung ihrer eigenen Beweglichkeit gelangen, verſetzen ſie ſelbſt hingegen in gleichem Verhältniß alles was außer ihnen iſt: in größere Beweglichkeit, und in mehr beſchleunigte Wellenfolge die irgendwo ſchon gegebenen Wärmebewegungen. Wie denn, in Abſicht auf Wärme-Entbindung und Wärme-Bindung (oben S. 88) oder hinſichtlich der Freilaſſung und der Verbergung, oder richtiger der: Beruhigung (oder Dämpfung) und Beſchleunigung der Wärme nachſtehendes Naturgeſetz als durchaus erfahrungsgemäß von den ausgezeichnetſten Phyſikern, hauptſächlich des leztverfloſſenen Jahrhunderts, nachgewieſen und erwieſen worden iſt: wenn Materien aus dem gaſigen oder dem tropfbaren Zuſtand in den ſtarren, oder auch nur aus erſterem in den anderen übergehen, wird Wärme frei, und ebenſo wenn ſie, ſeien ſie gaſig, tropfbar oder ſtarr, ſich verdichten oder von außenher durch Zuſammendruck der Verdichtung unterworfen erſcheinen, und umgekehrt wird ſtets Wärme in ihnen gebunden (verborgen oder latent, und dadurch nicht weitere Ausdehnung bewirkend, mithin unfühlbar) wenn ſie aus der Verdichtung in die Verdünnung, oder (entweder zugleich auch, oder ſtatt deſſen) aus der Starrheit in die Liquidität oder in die Gaſietät, und ebenſo wenn ſie aus der vorlezten (nämlich aus der Tropfbarkeit) in die leztere (in die Ausdehnſamflüſſigkeit) übergehen; wo aber Wärme gebunden wird, entſteht für die Umgebungen des Wärme-

Bindenden Kälte, und wo Wärme entbunden wird: Fühlwärme, oder, Falls ſie geſteigert (vermehrt, oder vielmehr: beſchleunigt) hervorgeht: Hitze. Da indeſſen jedes Verdichten und jedes Uebergehen aus dem gaſigen in den liquiden oder in den ſtarren, oder aus dem tropfbaren in den feſten Zuſtand, die Beweglichkeit der davon betroffenen Materie vermindert, dieſe im entgegengeſezten Falle aber vermehrt wird, ſo hat mich dieſe Thatſache bewogen jenes Geſetz ganz allgemein, wie folgt, auszudrücken: wenn Materien aus der größeren Beweglichkeit in die geringere übergehen, wird Wärme frei (und werden ſie, was erſt ſpäterhin erläutert werden kann, elektropoſitiv), und umgekehrt: wenn ſie von der geringeren Beweglichkeit zur größeren gelangen, wird Wärme gebunden (und werden ſie elektronegativ), ſ. m. Arch. für Chem. und Meteorolog. VIII. 858. Anm. Jenes — in derſelben Form, obgleich unter den mannigfaltigſten Bedingungen ſich entwickelnde Bewegungs-Verhältniß aber, dem gemäß gegenüber der Verdichtung einer Materie, ſo wie der Verſetzung derſelben aus einem mehr beweglichen in einen minder beweglichen Zuſtand, ſtets gleichzeitig hervorgeht Fühlwärme, kann man vielleicht am meiſten paſſend durch den Ausdruck Wärme-Polarität oder Wärme-Gegnung bezeichnen, ſofern man nämlich unter Polarität überhaupt: Entgegengeſeztheit im gleichzeitigen Wirken verſteht, und zwar eine durchgängige Entgegengeſeztheit, die es nämlich nicht nur dem „Raume" nach, oder nicht lediglich in räumlicher Beziehung, ſondern zugleich auch der „Artung" nach iſt. Kann man übrigens (die Wärme lediglich als Bewegungsphänomen aufgefaßt) unter Wärme-Bindung überall nur Wärme-Dämpfung begreifen, und iſt die Wärme überall — wo ſie als ſolche erkennbar ſich geltend — macht: ein Gegner der einen oder der anderen Anziehung, und bei hinreichender Beſchleunigung ihrer ſelbſt (bei hinreichend vermehrter Spannung); ein aller und jeder Anziehung entgegenwirkendes Bewegen, ſo kann, was ſie dämpft ſelber nur ein anziehendes d. i. ein Zuſammentreibendes oder concentriſches Bewegen ſein, und iſt es möglich eine oder die andere Art dieſes concentriſchen Bewegens durch eine dritte oder vierte eigengeartete, an ſich aber ebenfalls concentriſche Bewegung, alſo eine Anziehung durch die andere in Beſchlag zu nehmen, ſo wird dadurch zugleich dieſelbe excentriſche Bewegung nach entgegengeſezter Richtung hin wieder hervortreten, die zuvor als Fühlwärme zum Verſchwinden gebracht, d. i. gedämpft worden war; wie denn z. B. die in dem tropfbaren Waſſer gedämpfte (gebundene) Wärme in demſelben Augenblick zur Wahrnehmbarkeit gelangt, in welchem dieſes Waſſer durch die Anziehung des gebrannten Kalks oder des gebrannten Gypſes zwar nicht verdichtet, wohl aber unverſchiebbar gemacht und in Eis (Kryſtall-Eis) verwandelt wird; und Aehnliches, wenn auch nicht in ſo merkbarem Grade, erfolgt auch bei jedem Pulver, das man näßt, (gemäß der hiebei eintretenden

Adhäſionsäußerungen) z. B. beim Mehl, das man mit Waſſer zum Teige anknetet ꝛc., und es würde die hiebei frei werdende Wärme noch weit merkbarer hervorgehen, wenn nicht zugleich Luft ausgedehnt und ausgetrieben erſchiene; vergl. m. Grundz. II. 220. Allein nicht nur eine entgegengeſezte, fremde Anziehung hebt in dergleichen anziehbaren Subſtanzen die Wärmedämpfung wieder auf und macht mithin aus ihnen Wärme frei, ſondern auch die in den eigenen Theilen (ein und derſelben Materie) durch Vermehrung ihrer gegenſeitigen Annäherung erweckte neue Anziehung bringt, in Abſicht auf Wärme-erzeugende Bewegung (Wärmebewegung) ähnliche Erfolge zu Wege, wie ſolches die Verdichtungs-Wärme darthut; gleichviel, ob die ſolche Wärme entwickelnde Verdichtung bei ein und derſelben Subſtanz von Außen her mittelſt Zuſammendruck, oder bei zwei mit ihren Gegenflächen ſich berührenden Materien von Innen heraus durch (mittelſt dieſer Berührung) erweckte Adhäſion hervorgebracht wurde. Fälle ſowohl jener durch „Zuſtandswechſel“ erzeugten Fühlwärme und Fühlkälte (oder was dasſelbe ſagt: der durch ſolchen Wechſel bewirkten Wärme-Entlaſſung und Wärmebindung) als der mittelſt „Verdichtung“ hervorgehenden und in Folge von „Verdünnung“ (Ausdehnung) unmerkbar werdenden Fühlwärme gelangen an und in uns zum Werden in jedem Augenblicke und begleiten die meiſten Veränderungen alles Räumlichen ja es gibt keine Lebensäußerung, keinen Luftwechſel, keine Bodenveränderung, keinen freien Waſſerſpiegel, an denen ſich nicht zu jeder Zeit die Dämpfungs- wie die Bindungs-Geſetze der Wärme verfolgen und erläutern ließen; was ſchon dadurch begreiflich wird, daß das Waſſer jene Materie iſt, welche, erfahrungsgemäß (oben S. 60 Anm. und S. 80 ff.) unter allen in dieſer Hinſicht bekannten Materien das größte Wärmedämpfungs-Vermögen beſizt; obgleich es keineswegs bei ſeiner größten Verdichtung zugleich auch die mindeſte Fühlwärme darbietet; denn dieſe iſt gleich 0° C., jene tritt hingegen bei + 3°,9 C. ein; a. a. O. *). Es iſt aber die räumliche Aus-

---

*) Daß das Waſſer nicht bei 0° C. oder R., ſondern bei einer etwas höhern Temperatur am dichteſten ſei (oben S. 61 Anm.) fand de Luc (Unterſuchungen über die Atmoſphäre I. §. 419 d. e.), ſpäterhin Gr. Rumford. Die eigentlich dieſer größten Dichte zugehörige Temperatur zu beſtimmen iſt nicht wenig ſchwierig, und daher die zum Theil beträchtlich genug von einander abweichenden, hieher gehörigen Angaben. Außer der Rückſicht auf die Wärmedehnung der hiebei zum Behälter dienenden Gefäße, bedarf es auch der Beachtung des dabei ſtatthabenden Barometerſtandes (a. a. O. S. 60 Anm.), weil jedes tropfbare Waſſer Waſſerdampf enthält, der als ſolcher, in Abſicht auf Dichte, von dem Luftdrucke abhängig iſt und deſſen Adhäſion und durch dieſelbe mit ihm bewirkte Verdichtung ſehr wahrſcheinlich ebenfalls, ſowohl mit der Temperatur als mit dem Barometerſtande ſich ändert, und nicht weniger ſorgfältig die Berückſichtigung des Luftgehaltes des Waſſers. Durchaus luftfreies Waſſer darzuſtellen, ſcheint faſt unmöglich zu ſein; jede Verſchiedenheit hinſichtlich dieſes Gehaltes bedingt aber nothwendig eine Abweichung in der Dichte des Waſſers. Hiezu kommt noch: daß das Waſſer bei gleichen Temperaturen für die verſchiedenen Lüfte und Dämpfe der atmoſphäriſchen Luft ein ungleiches Verſchluckungs-

dehnung eines Dinges nicht lediglich Folge der Wärmung deſſelben, ſondern, ſofern es erſtarrbar erſcheint, in mehreren Fällen zugleich

---

vermögen beſizt, und daß dieſes Vermögen außerdem für die ungleichen gaſigen Beſtandtheile der Luft bei ein und derſelben Waſſerdichte nichts weniger als gleichwerthig hervortritt; als Bouvier-Des-Mortier atmoſphäriſche Luft mit Waſſer zuſammenpreßte, fand er den dabei unverſchluckt gebliebenen Luftantheil ärmer an Oxygengas und verhältnißmäßig reicher an Azotgas. In dem Verhältniß, wie übrigens fremdartige Gaſe das Waſſer erfüllen, in demſelben Verhältniß mindert ſich auch nothwendig ſein Waſſerdampf-Gehalt; wiewohl auch hier wiederum die ungleiche Adhäſion ſolcher Gaſe nicht nur zum tropfbaren, ſondern auch zum gaſigen Waſſer, auf die Verſchluckungsmenge des fremden und auf die Zuſammenpreſſung des Waſſer-Gaſes (zu tropfbarem Waſſer) nicht ohne Einfluß ſind. Von dem Waſſerdampf-Gehalte des tropfbaren Waſſers hängt, beiläufig ſei es bemerkt, vermuthlich auch zum großen Theil das dem Löſen der ſtarren Materien im Waſſer vorangehende Schmelzen derſelben ab, und wenn daher z. B. Zucker in Waſſer gelöſ't wird, ſo iſt es der Waſſerdampf im Waſſer, der mit ſeiner Wärme nicht nur das Kryſtalleis des Zuckers ſchmilzt, ſondern auch die Starrheit der waſſerfreien Zuckertheilchen wältigt und den alſo flüſſig gewordenen geſammten Zucker, der nun zur vollen Wirkſamkeit gelangenden gegenſeitigen Adhäſion (des Waſſers und des Zuckers) überläßt, die als ſolche Punkt für Punkt geltend gemacht, zur phyſiſchen Miſchung durch Adhäſion (S. 110), d. i. zur Löſung führt. Hat aber das Waſſer ſolche Löſung mit irgend einer Materie bereits bis zur Sättigung vollzogen (d. h. in ſolchem Maße, daß es bei der gegebenen Temperatur nichts mehr von der Subſtanz aufzunehmen im Stande iſt), ſo vermag ſie es mit einer dritten, vierten u. ſ. w. fremden Materie nur in ſo fern: als entweder mit der Löſung in dem Gemiſche neue Anziehungen (z. B. kryſtallmagnetiſche und elektriſche) zur Entwickelung gelangten, welche theils ähnliche Volums-Erweiterungen im Gefolge haben, wie ſie bei'm reinen Waſſer unter 3°,9 C. ſichtbar werden (S. 60 Anm.), theils, von Punkt zu Punkt gegen jeglichen Flächenpunkt der neuen 3ten, 4ten ꝛc. Materie gerichtet, deren Trennung von den hinterliegenden Punkten derſelben Materie vermitteln, oder inſoweit die gelöſ'te Materie mit denen weiter zu löſenden Subſtanzen in chemiſche Miſchung (S. 36 Anm. u. S. 98) zu gerathen befähigt erſcheint, und zur Verwirklichung, oder auch nur Beſchleunigung des Erfolges ſolcher Befähigung nur einer hinreichend vermehrten Beweglichkeit ihrer Theilchen bedarf (welche Beweglichkeit im genügenden Maaße die an ihr vollzogene Löſung gewährte), und in dieſem Falle verwandelt ſich die Löſung (d. i. phyſiſche Ausgleichung nicht tropfbarer Subſtanzen mit tropfbarflüſſigen zu liquiden Verbindungs-Ganzen; lateiniſch Solutio) in eine mit chemiſcher Vereinigung verknüpfte, und dadurch für beide Theile — für das liquide Auflöſungsmittel und die ſtarre oder ſtatt deſſen auch gaſige aufzulöſende Materie — mit Abänderungen ihrer weſentlichen Beſchaffenheiten und Eigenſchaften vergeſellſchaftete Auflöſung (Dissolutio). Die Worte Löſen und Auflöſen bezeichnen übrigens die zum Werden der ſogenannten Löſung und Auflöſung erforderlichen Vorgänge, Löſung und Auflöſung (dem Geiſte unſerer Sprache gemäß) ſtreng genommen das Geſchehen- oder Vergangen-Sein ſolcher Vorgänge, und Löſungs-, ſo wie Auflöſungs-Gemiſch (oder Auflöſungs- oder Löſungs-Ganze) die durch das Löſen oder Auflöſen vereinten Materien ſelbſt. — Sechzehn Loth Waſſer, das bei 15° bis 16° C. bereits mit neunzehn Loth kryſtalliſirtem grünen Vitriol (Eiſenvitriol d. i. Eiſenoxydulſulphat-Hydrat oder Kryſtalleis-volles ſchwefelſaures Eiſenoxydul) geſättigt iſt, löſ't noch drei Loth Sedlitzer- oder Seidlitzerſalz (d. i. ein Gemenge verſchiedener Salze, wie ſie durch Abdampfen und Kryſtalliſiren der Bitterquelle des zwei Meilen von Töplitz in Böhmen gelegenen Dorfes Sedlitz, gewonnen werden, und unter denen Kryſtalleis-volles Bitterſalz, d. i. Magnitſulphat-Hydrat oder kryſtalliniſche ſchwefelſaure Magneſia, oder ſchwefelſaure Bittererde vorwaltet), zwei Quentchen Salpeter (Kalinitrat-Hydrat oder kryſtalliniſches ſalpeterſaures Kali, oder zweckmäßiger benannt: Kaliazotat-Hydrat)

auch — und beim tropfbaren Waſſer unter + 3°, 9 C. (ſ. w. u. die Anm. und oben S. 60 Anm. ſo wie S. 80 ff.): der *beginnen-*

---

und ſechs Loth weißen (Kryſtallwaſſer-haltigen) Zucker, und Waſſer das bereits mit *Mannit* (Mannaſüß, Mannaſtoff; m. Grundz. I. 641) geſättigt war, löſ't nun, als bereits erſchöpfte Löſung, noch eine nicht unbeträchtliche Menge Bleioxyd *auf*. — Waſſer, das bei 10° C. mit Bitterſalz geſättigt worden, hat dadurch ſeine Fähigkeit Lüfte zu verſchlucken (zu löſen) ſehr beträchtlich eingebüßt; denn es nimmt nun nur noch 0,2 (oder $^{1}/_{10}$) ſeines Volums an Carbonſäuregas, oder ſtatt deſſen 0,52 (oder $^{13}/_{25}$) Hydrothionſäuregas (Hydrothion- oder Schwefelwaſſerſtoff-Gas) löſend in ſich auf, während es im reinen Zuſtande eine ſeinem Umfange gleiche Menge dieſer Gaſe und darüber zu verſchlucken im Stande iſt. Erwägt man, daß die denkbaren kleinſten Theilchen des Waſſers, da es als tropfbare Flüſſigkeit (kraft der Gleichförmigkeit der ſtarken gegenſeitigen Anziehung dieſer Theilchen) ſich kugelig begränzt, ſich gegenſeitig in einem ſehr gepreßten Zuſtande erhalten, ſo wird begreiflich der im Waſſer vorhandene Waſſerdampf (und auch dann wenn er in dem unter 3°,9 C. kalten Waſſer ſchon eisartig verſchobene Theilchen begleitet; oben S. 60 Anm.) auch ſehr verdichtet ſein müſſen, und weit mehr, als wir ihn außerhalb ſolcher Einengung, wenn er aus dem Waſſer mittelſt deſſen Anwärmung ſich gebildet hatte, wahrzunehmen gewohnt ſind. Indeſſen kann nicht nur das Waſſer, ſondern auch Weingeiſt, Aether u. ſ. w. in höchſt verdichteter Form vergaſen. Als *Cagnard de la Tour* (oben S. 64) in eine atmoſphäriſche Luft enthaltende, unten zugeſchmolzene Glasröhre Aether, in eine zweite ähnliche Alkohol, in eine dritte Terpentinöl und in eine vierte Waſſer brachte (nebſt etwas Natroncarbonat; weil ohne dieſen Zuſatz bei dem ſpätern Theil Verſuches das Glas zerſprang), dann die obere Mündung jeder dieſer Röhren hermetiſch ſchloß (oben S. 51) und dieſelben nun erhizte, verwandelten ſich alle dieſe tropfbaren Flüſſigkeiten *gänzlich* in unſichtbaren Dampf, der beim Aether zum Entſtehen 160° C. erforderte und bei 200° C. gänzlich zu Stande gekommen war, während der alſo dargeſtellte Alkoholdampf bei 207° C. ſich zu bilden begann, und das Terpentinöl bei angemeſſenen Erhitzungen in Dampf verwandelt auch nur um etwas über das Dreifache ſeines Volums erweitert wurde. Das Waſſer machte hiebei, wenn es ohne Natroncarbonat dem Verſuche unterworfen wurde, nachdem es bereits ziemlich beträchtlich erhizt worden, das Glas *trübe*, (weil es deſſen inwendige Oberfläche chemiſch angriff) und zerſpringen, bevor es ganz in Dampf verkehrt worden; wie es denn auch ſchon bei weit niederen Temperaturen, z. B. bei Siedhitze (98° bis 100° C.) das Glas angreift, ihm etwas Alkali entzieht und den zweiten Hauptbeſtandtheil die mit dem Alkali (dem Kali oder dem Natron) verbunden geweſene Silicſäure oder Kieſelſäure (gewöhnlich *Kieſelerde* genannt) in Form trübender erdiger Theile ſich trennen und ſichtbar hervortreten macht; ein Angriff, der ehemals zu dem Wahne führte: es laſſe ſich das reinſte *Waſſer in Erde verwandeln*; einen Wahn, den *Scheele*, *Lavoiſier* und C. v. *Dalberg* durch: den wahren Stand der Sache aufhellende Verſuche als ſolchen erwieſen. Ja ſehr weißes (Alkali-reiches) Glas wird ſchon bei gewöhnlicher Temperatur vom Waſſer, wenn dieſes lange darin ſteht, angegriffen, und dieſes enthält dann Spuren von Alkali gelöſ't. Uebrigens läßt ſich das reinſte *Waſſer*, auch wenn es möglichſt von Luft befreit worden, merklich zuſammendrücken, und nicht nur, weil es ſtets Waſſerdampf enthält, ſondern auch: weil es an ſich *expanſiv elaſtiſch* iſt, d. h. weil es durch Druck in einen engern Raum zuſammengetrieben werden kann, den es nur ſo lange behauptet, als die Druckgewalt gegen daſſelbe gerichtet erſcheint, den es aber ſogleich verläßt, den vorigen größern Raum wieder einnehmend, ſobald dieſe Gewalt hinweggenommen oder beſeitigt worden.

Schon *Baco* (*Franz Baco von Verulam*, weiland engl. Kanzler, geb. 1560, geſt. 1626, derſelbe geiſtreiche Forſcher, der, indem er auf Erforſchung der Natur durch *Beobachtungen* und *Verſuche*, Meſſung der Wirkungsgrößen und In-Rechnung-nehmen des Gemeſſenen drang, der neueren Experimentalphyſik den Weg ebnete) verſuchte Waſſer in einer davon erfüllten hohlen und nach der Fül-

den, der wirklichen Erſtarrung vorangehenden und ſie einleitenden, Innen-Verſchiebung der Grundkörperchen (S. 61 Anm.

---

lung zugeſchmolzenen Bleikugel, durch Hämmern und Preſſen derſelben, hinſichtlich ſeiner Zuſammendrückbarkeit zu erforſchen; wirklich ließ ſich auch die Kugel in einen engern Raum zuſammendrängen, allein bei fortgeſeztem heftigen Preſſen drang das Waſſer, in Form eines feinen Thaues, überall an der Bleioberfläche heraus (was nebenbei bewies, daß die Theilchen des Bleies ſich nicht in allen Punkten berühren, und in verſchiedenen Richtungen ungleich verſchiebbar ſind). Aehnliches gewährte ſpäterhin in Rob. Boyle's hieher gehörigen Verſuchen ein auf gleiche Weiſe behandeltes mit Waſſer gefülltes und zugeſchmolzenes Zinngefäß, das, nachdem er es an einigen Stellen mit einem hölzernen Hammer flach geſchlagen, von einer Nadel durchbohrt, nach dem Wiederherausziehen der Nadel, aus der dadurch entſtandenen Oeffnung das Waſſer 2 bis 3 Fuß hoch in Form eines Strals herausſpringen ließ, und ein ähnlicher Verſuch mit gleichem Erfolge ſtellte um jene Zeit auch Honoratus Fabri mit einer bleiernen Hohlkugel an. Auch gedenkt Boerhave eines ähnlichen von Duhamel, mit einer goldenen Hohlkugel veranſtalteten Verſuches, in welchem ſich angeblich das Waſſer habe gar nicht zuſammendrücken laſſen, ſondern ſtatt deſſen zu den Zwiſchenräumen des Goldes hervorgethauet ſei; und ebenſo will D. es auch mit einer eiſernen Röhre mit Kolben oder Schrauben vergeblich verſucht haben, das Waſſer irgend zuſammenzupreſſen. Ließen ſchon dieſe lezteren Verſuche vermuthen, daß, wo ſich in den früheren Elaſticität des Waſſers erwieſen habe, es die Elaſticität der Metalle ſelbſt, ſo wie jene der dem Waſſer beigegebenen Luft geweſen ſei, welche jene ſcheinbaren Erweiſe gewährt, ſo gewann dieſe Meinung im faſt entſcheidenden Grade an Stärke, als die florentiniſche Akademie del Cimento 1660 erſah, daß in drei hieher gehörigen Verſuchen unter andern in eine Glasröhre genau eingeſchloſſene 6 Pfund betragendes Waſſer von 80 Pfund Merkur belaſtet keine merkliche Zuſammendrückung erfuhr, und eine mit eiskaltem Waſſer gefüllte und dann ſorgfältigſt verſchloſſene gegoſſene ſilberne Hohlkugel durch Hämmern ſogleich, bei jedem Schlage, das Waſſer hervordringen ließ: wie „Merkur", das man (um es von zufälligen Verunreinigungen zu ſäubern) durch Leder preßt. Als nun vollends Muſſchenbroek den Baco'ſchen Verſuch mit zinnernen und bleiernen Waſſerbehältern unter mancherlei Abänderungen und mit einem beträchtlich kalten Waſſer wiederholte, das er zuvor mittelſt der Luftpumpe möglichſt entluftet hatte, und ſchon bei der mindeſten Zuſammenpreſſung das Waſſer durch das Metall überall hervordringen ſah, da ſchrieb M. und mit ihm der größte Theil der damals lebenden Phyſiker, die Erfolge in Boyle's Verſuch und in dem anfänglichen Verhalten des Baco'ſchen Verſuchs lediglich der Elaſticität des Metalles und der im Waſſer verbreiteten Luft zu, von der M. auch das von Nollet nachgewieſene und von M. ſelbſt nicht nur für das, ſondern auch für andere Tropfbare erwieſene, Elaſticität des Mediums vorausſetzende, „Fortpflanzen des Schalles" unter und im Waſſer ꝛc. ableitete, während ſchon früher Bellogradi's aus dem Abprallen eines ſehr ſchief (unter einem ſpitzen Winkel) gegen das Waſſer geworfenen feſten Körpers (eines Steines, einer geſchoſſenen Kugel ꝛc.) gefolgerte Elaſticität des Waſſers, Spallanzani — ſich auf den Umſtand berufend: daß ſolches Abprallen auch von weichem Thone, zähem Flußſchlamm, friſchem Eidotter und anderen weichen, durchgängig für unelaſtiſch genommenen Maſſen eintrete — lediglich aus der Veränderung der Richtung erklärt hatte, die durch den Widerſtand des Waſſers bewirkt werde. (In allen dieſen und ähnlichen Fällen wird das dem Waſſer ꝛc. zukommende Vermögen: Bewegung fortpflanzen, und mehr noch die zum Zertheilen ſeiner Subſtanz erforderliche Zeit von der Geſchwindigkeit des geworfenen Körpers übereilt, und es wirkt gegen dieſen die Waſſerfläche, in dem Augenblicke des Getroffenwerdens gegen den Körper; wie eine harte, unverſchiebbare Fläche.) Späteren Phyſikern ſchien indeſſen der Ausſpruch Muſſchenbroek's noch nichts weniger als vollkommen begründet, und Hollmann, Hamberger und Nollet verſuchten es die früheren Verſuche unter kleinen Abänderungen zu wiederholen, die indeſſen nicht

und S. 85), und namentlich gilt dieſes im ausgezeichneten Maaße vom Waſſer; dieſem Geſtaltungs-Elemente alles Lebendigen, die-

---

von der Art waren, daß ſie zu zweifelsloſen Entſcheidungen hätten führen können. Hollmann experimentirte mit einer im Jahr 1752, durch den damaligen großbritanniſchen Leibarzt Peter Shaw aus London erhaltenen, dort früherhin zu ähnlichen Verſuchen verwendeten kupfernen Hohlkugel; auch ſie ließ bei der geringſten Preſſung, durch kleine Oeffnungen oder Riſſe des Metalles, das Waſſer wie aus einer Springbrunnenröhre (Fontaine) hervorſchießen, und ebenſo verhielten ſich in weitern Verſuchen bleierne, zinnerne und ſilberne (1/20 Zoll Wanddicke beſitzende) Hohlkugeln. Hamberger und ebenſo, jedoch umſichtiger experimentirend: Nollet ließen in einem gebogenen U-förmigen, an einem Ende zugeſchmolzenen Glasröhre Waſſer von unten herauf durch (in den zweiten, gleichfalls aufrechten aber offenen Schenkel befindliches) Merkur belaſten, aber ebenfalls ohne die mindeſte Verkürzung der Waſſerſäule dadurch erlangen zu können (in wiefern ſich das Glas hiebei, während des Merkurdrucks, ausdehnend geweitet, wurde nicht gefragt). Anſcheinend mehr entſcheidend waren die hierauf folgenden Verſuche Canton's. Dieſer fand im Jahr 1762 (vergl. Philos. Transact. Vol. LII. P. II. p. 640 und Vol. LIV. p. 261 ſo wie Neues Hamburgiſches Magazin B. XII. S. 360 und 365) daß in einer gläſernen unten in eine Kugel endenden Röhre befindliches Waſſer bei einerlei Temperatur in der Röhre höher ſteht, wenn man den oberen Theil der Röhre luftleer macht und dann zuſchmilzt, als wenn man die Luft frei darauf wirken läßt; daß Verdoppelung des Drucks der Atmoſphäre hiebei das Waſſer um 1/10870 ſeines Volums zuſammenpreſſe, und daß die Wirkung dieſelbe bleibe: wenn auch eine Luftblaſe in die Kugel und binnen 4 Tagen von deren Waſſer verſchluckt worden war, woraus er dann weiter folgerte: daß die im Waſſer befindliche Luft zu deſſen Zuſammendrückbarkeit nicht weſentlich beitrage. Im Winter vermogte C. das Waſſer (das dann an in ihm verbreiteter atmoſphäriſcher Luft, und vorzüglich an Oxygengas reicher) auf ſolche Weiſe ſtärker zuſammenzupreſſen, als im Sommer, was ſich beim (in der Kälte an eigenem Dampf und an Waſſerdampf, ſo wie an atmoſphäriſcher Luft ärmeren, in der Wärme, wo Waſſergas und Luft vom Alkohol ſtark eingeſogen werden, reicheren) Weingeiſt, und ebenſo beim Baumöl (das in der Kälte, in Ausſcheidung ſeines Stearin-Gehaltes begriffen, für eindringenden Waſſerdampf der Luft — die es berührt hatte, bevor es in den Verſuch genommen worden — faſt unzugänglich iſt; ſ. w. unten) entgegengeſezt verhielt. Bei 29½ Zoll engl. Barometerhöhe und 50° F. (d. i. 10° C. oder 8° R.) zeigten hiebei nachbenannte Flüſſigkeiten die darunter geſezten Volumverminderungen:

Weingeiſt	Baumöl	Regenwaſſer	Seewaſſer	Merkur
0,000066	0,000048	0,000046	0,000040	0,000003

woraus im Allgemeinen ſich ergab, daß die Verdichtungen durch Druck bei den Tropfbaren ſich mindern, wie die Dichten derſelben wachſen; welche Dichte übrigens dieſe Flüſſigkeiten hatten, da ſie in den Verſuch genommen wurden, iſt von Canton leider nicht angemerkt worden; in anderen Verſuchen erhielt er für Waſſer von 15° bis 16° C. 44 und für 1° + C. 49 Milliontheile an Volumverminderung. Wegnahme der Druckgewalt ließ ſämmtliche Flüſſigkeiten ihren vorigen größeren Raum wieder einnehmen. Dieſen Verſuchen folgten, über denſelben fraglichen Gegenſtand, zunächſt unentſchiedene Verſuche und Beobachtungen von de Servieres (der gefunden haben wollte, daß Merkur, bei gleicher Luft-Temperatur, im ſenkrechten Thermometer tiefer ſtehe, als im horizontal gelegten) und von P. v. Herbert, dann aber, wie es ſchien, ſehr entſcheidende von Abich und Zimmermann, angeſtellt im Jahre 1777—1779, mit einer nach Abich's Angabe gefertigten Druckmaſchine, die aus meſſingenen Hohlcylindern beſtand, in welchen ein aus Eiſen beſtehender ſolider oder Voll-Cylinder (ein ſog. Stempel) — um den 11 in Talg geſottene dicke, mit zwei eiſernen Schrauben zuſammengehaltene Leder geſchlagen worden — Waſſer- und Luft-dicht eingerieben werden konnte; es ſchloß dieſer Stempel ſo genau, daß, um ihn in den waſſerleeren Hohlcylinder hinabzudrücken, eine Belaſtung von 80 Pfund

ſem mächtigſten aller Feuer= (oder Wärme=) Träger, und dieſem ſtets wechſelnden Durchdringer der Tiefen der Erde, wie der Höhen ihrer

---

Gewicht erforderlich war. Der Hohlcylinder war in ſeinem Boden mit einem kegelförmigen (mit in Talg geſottenem Leder umlegten) Zapfen verſehen, der Behufs der Einfüllung des Waſſers, nachdem die Maſchine umgekehrt und der Boden nach oben gewendet worden, geöffnet und nach beendeter Füllung wieder geſchloſſen und mit einer eiſernen Platte überdeckt wurde, die man mit einer eiſernen Schraube feſt antrieb. Alſo vorgerichtet wurde der Cylinder wieder umgekehrt, und der nun wieder ſenkrecht nach oben gerichtete Stempel, mittelſt eines zweiten Zapfens, auf den ein eiſerner, an ſeinem Ende mit Gewichten beſchwerter Hebel wirken konnte, hinabgetrieben. Zimmermann fand die Zuſammendrückung, mittelſt eines Drucks von 745,181 Pfund: wie der unter nachbenannten Flüſſigkeiten zunächſt angeſezte Bruch (der Zahlengröße des Geſammtumfangs der Flüſſigkeit) beſagt, bei einem Drucke von 2509,591 Pfund hingegen, wie der dieſem folgende unterſte Bruch angibt:

Mit Kochſalz geſättigtes Waſſer	Brunnenwaſſer	Milch	Branntwein
1/103,45	1/142,66	1/215,22	1/224,76
1/33,909	1/35,667	1/38,695	1/45,664;

auf den erſten Blick iſt klar, daß dieſe Verſuche ein den Canton'ſchen entgegengeſeztes Ergebniß gewährten; denn die Zuſammendrückbarkeit nahm mit der Dichte der Flüſſigkeiten nicht ab, ſondern zu. Auch zeigt ſich, daß die Zuſammenpreſſung um weniger vermehrt wurde als es geſchehen ſein würde, wenn ſie mit der Zunahme der Belaſtung im geraden Verhältniß gewachſen wäre (oder mit derſelben genau gleichen Schritt gehalten hätte); denn 2509,591 verhält ſich zu 745,181 wie 5,367 zu 1; 35,667 zu 142,66 hingegen faſt genau wie 4 zu 1. Dürfte man annehmen, daß ſich die Zuſammendrückung wie die Belaſtung verhalte, ſo würde aus obigem Verſuche folgen: daß der Druck der Atmoſphäre (im Mittel) das Brunnenwaſſer um 75 Milliontel ſeines Volums zuſammenpreſſe, was dann ebenfalls von Canton's Verſuchen gar beträchtlich abweicht. So waren denn auf's Neue zweifelsfrei ſcheinende Verſuche (die von Canton angeſtellten) hinſichtlich ihrer Ergebniſſe ſtarken Zweifeln bloßgeſtellt, und neue, mögliche Einwürfe und Zweifel beſeitigende hieher gehörige Unterſuchungen wurden daher wünſchenswerth. Was in Zimmermann's wie in Canton's und allen übrigen Verſuchen der Art, die genaue Bemeſſung der eingetretenen Umfangsminderung der Flüſſigkeiten wenn auch nicht unmöglich machte, doch im hohen Grade erſchwerte, war die Untrennbarkeit der Größe der Flüſſigkeits-Zuſammendrückung von jener der Formänderung des die Flüſſigkeit enthaltenden Gefäßes; James Perkins (Esq. zu London) half vor 15 Jahren dieſem Uebelſtande dadurch ab, daß er die Zuſammenpreſſungsvorrichtung (ein meſſingener Hohlcylinder mit kleiner Oeffnung, die von Innen durch ein ſtarkes Ventil geſchloſſen war, das Waſſer wohl hinein aber nicht wieder heraus ließ) ſelber wieder von Waſſer umgab, indem er ſie in eine mit Waſſer gefüllte Kanone brachte, die mittelſt eines dichten, mit einem — zur Meſſung des Drucks mit Gewichten belaſtbaren — Ventil verſehenen Deckels zu verſchließen vermochte und in die er nun das Waſſer mittelſt der ungeheuren Kraft einer Brahma'ſchen Preſſe zuſammendrücken ließ. Es ergab ſich aus dieſen Verſuchen, daß das Waſſer wirklich zuſammengepreßt werden könne, und zwar durch einen Druck von 10 Atmoſphären (die Atmoſphäre zu 15 Pfund auf jeden Quadratzoll gerechnet) um 1 Tauſendtel, bei 100 um 7 und bei 1000 um 47 Tauſendtel ſeines Volums; wie ſich Waſſer von größter Dichte (von 3°,9 C. Temp.) hiebei verhalten haben würde, wurde nicht verſucht, und dürfte übrigens auch wohl nie mittelſt eines unmittelbaren Verſuches beſtimmt werden können, wenn gleich einer unſerer ausgezeichnetſten Naturforſcher, Oerſted (Profeſſor der Phyſik zu Copenhagen) ſpäterhin gefunden haben wollte: daß die Verdichtung des Waſſers nicht mit Wärmeentwickelung verbunden ſei, und mithin auch Temperaturänderung eines Waſſers von 3°,9 C. von dieſer Seite her während des Verſuches nicht zu fürchten ſtehe. Mit derſelben Vorrichtung fand P., daß bei einem Drucke von 500 Atmo-

Lüfte. Denn ſo weit man auch künſtlich in die Erde eingedrungen, überall ſammelte ſich, binnen Kurzem von den Seiten her in die

---

ſphären Luft vom Waſſer gänzlich verſchluckt und dann nach aufgehobenem Druck nicht wieder frei werde! Oerſted änderte nämlich P.'s Verfahren dahin ab, daß er es vereinfachte und zugleich die Zuſammenpreſſung ſelbſt ſichtbar machte. Ein gläſerner Behälter, ähnlich einem Thermometer, aber verſehen mit einer ſehr großen Kugel oder birnförmigen Erweiterung und ſehr feinen, an ihrer Mündung trompetenförmig erweiterten Röhre, wird bis zu dieſer Mündung mit Waſſer gefüllt, die Waſſerſäule hierauf oben mit einem Merkurkügelchen belaſtet, und das Ganze nun in einen ebenfalls waſſervollen ſehr ſtarken Glascylinder gehängt, auf deſſen offenes Ende ein Stempel, ſammt Zubehör, aufgeſchraubt zu werden vermag. Wird jezt der Stempel niedergedrückt, ſo erfolgt Zuſammenpreſſung des Waſſers, ſowohl des die Röhre und Kugel umgebenden, als des von lezteren beiden eigeſchloſſenen, die des lezteren wird aber ſichtbar, weil das Merkurkügelchen, in dem Maaße wie die Preſſung wächst, immer tiefer in die Röhre hinabgedrückt wird. War nun dieſe Röhre, wie bei'm Thermometer, mit einer Scale verſehen, und in Beziehung auf den Inhalt der Kugel richtig calibrirt, ſo läßt ſich an der erfolgten Senkung des Merkurkügelchens die Größe der ſie bedingenden Zuſammenpreſſung des Waſſers meſſen, und bewirkt man den Druck (ſtatt mittelſt des Stempels) durch eine Merkurſäule, ſo vermag man auch die Größe des Druckes zu beſtimmen, vorausgeſezt daß (in Beziehung auf die erſtere Größe) der äußere Glascylinder hiebei wirklich gar keine Ausweitung erleidet. Ein in das Waſſer gebrachtes Breguet'ſches Metallthermometer (unter allen bekannten Vorrichtungen der Art für kleine Temperatur-Veränderungen das empfindlichſte, beſtehend aus höchſt zarten, auf einander gelötheten Platin-, Gold- und Silber-Lamellen, welche um einen ſenkrechten Cylinder in zahlreichen Windungen gelegt worden und am untern Ende mit einem Zeiger verſehen ſind, der ſich in einer horizontalen Ebene auf einem in Grade getheilten Kreiſe zu bewegen vermag, je nachdem der ſchraubenförmig gewundene Blechſtreifen durch die ungleiche Ausdehnung ſeiner Metalle entweder mehr verengt oder erweitert wird) veränderte ſich während des Verſuches nicht, was indeſſen doch noch nicht beweiſet: daß durch die Zuſammenpreſſung wirklich keine Wärme frei geworden, da hiebei überall nur wenig Wärme frei werden kann und dieſe ſich für die ganze Waſſermaſſe (und zugleich auch für die übrigen Apparattheile) vertheilen und mithin in Abſicht auf Intenſität gar ſehr vermindern muß, das Waſſer aber zugleich — wie wir weiter oben ſehen werden — gerade diejenige Materie iſt, welche durch die größten Zuſätze von Fühlwärme die geringſte Temperatur-Erhöhung erlangt. Oerſted fand, daß ſich die Volumsveränderung des Waſſers, in dieſen Verſuchen verhielt: wie die Größe des dagegen in Wirkſamkeit geſezten Druckes (oder wie die zuſammendrückende Kraft) und daß der Druck der Atmoſphäre, bei einer Temperatur des Waſſers zwiſchen 15° C. bis 16° C., das Volum deſſelben um 47 Milliontheile jenes Volums vermindere, welches daſſelbe im luftleeren Raum darbietet; dieſes ſtimmt mit Canton's lezt erwähnten Ergebniſſen ganz gut zuſammen und ſichert dieſen den Vorzug vor jenen von Zimmermann gewonnenen. C. H. Pfaff (Profeſſor der Phyſik, Chemie und Medicin zu Kiel) hat für denſelben Zweck einen von dem O.'ſchen abweichenden Apparat beſchrieben. Ueber dieſe, ſo wie über Oerſted's und Perkin's Verſuche ſiehe Gilbert's Annalen der Phyſik LXXII. 173, Schweigger's Journ. XXXVI. 332, XLIX. 86, Poggendorff's Ann. IX. 603, XII. 158, 515, und m. Arch. f. d. ges. Naturl. XVI. 76. Hienach nimmt alſo der Raumumfang einer tropfbaren Flüſſigkeit andauernd gleichförmig (ſtätig) ab, wenn der gegen dieſelbe gerichtete Druck ſtätig wächst; mithin muß ſelbſt ein ſchwächſter Druck dieſer Art eine gewiſſe Verdichtung bewirken, die jedoch viel zu klein iſt, als daß man Hoffnung hätte, ſie je den Sinnen veranſchaulichen zu können. Canton berechnete aus ſeinen Verſuchen, daß das Meer in einer Tiefe von 2 engliſchen Meilen (deren beiläufig 5 auf eine deutſche gehen) um 0,013 ſeines Volums zuſammengepreßt ſein müſſe, was, da ſolche Zuſammendrückung nicht

Grube dringend, Waſſer, deſſen Wältigung (mittelſt Zu-Tage-Fördern) nicht ſelten die Kraft der größten Dampfmaſchinen in

---

ohne Nachſtürzen der höheren Schichten ſtattfinden kann, an ſolcher Stelle die ganze Höhe des Meeres um 69 Fuß 2 Zoll engl. niedriger mache, als ſie betragen würde, wenn das (Meer-) Waſſer nicht elaſtiſch wäre. (In eine Thierblaſe eingeſchloſſene und in's Meer bis zu 2885 Fuß engl. gewaltſam hinabgeſchobene atm. Luft würde, des verewigten Leslie Berechnung zufolge, dem Waſſer an Dichte gleich kommen.) Auch Sturm und Colladon ſtellten, und zwar nach Oerſted, über die Zuſammendrückbarkeit des Waſſers an, und bedienten ſich dazu des von ihnen hiezu erfundenen Piezometer oder Sympiezometer, das von dem Adie'ſchen (oben S. 49) verſchieden, da es mehr der Oerſted'ſchen Vorrichtung ſich nähert und nicht zur Beſtimmung des Luftdruckwechſels, ſondern der Zuſammendrückbarkeit tropfbarer Materien und zugleich ſo eingerichtet iſt, daß der äußere Glascylinder in ſein Waſſer nicht nur ein empfindliches Thermometer, ſondern (zur Meſſung des Drucks) auch eine Art Barometer aufzunehmen vermag; P.'s Ann. XII. 39 u. 161. Was aber durch dieſe Vorrichtung, und eben ſo was durch die von Oerſted als Ergebniß der Zuſammenpreſſung des Waſſers gewonnen wird, iſt nur ein ſcheinbar richtiges, und muß erſt durch Beſtimmung des wahren Cubikinhaltes des inneren Glasgefäßes „während der höchſten Preſſung" berichtigt werden. Indem nämlich die Wände dieſes Gefäßes zugleich von Außen und Innen her durch verdichtetes Waſſer gedrückt werden, müſſen ihre Dicken ſich nothwendig mindern; wodurch dann aber ihr körperlicher Inhalt, oder vielmehr ihre Waſſerfaſſungs-Größe, gleichmäßig gewinnt. Abgeſehen von dieſer kleinen Berichtigung und eben ſo von jener zuvor hinſichtlich der Ausweitung des äußeren Glascylinders angedeuteten noch weit kleineren, fanden Colladon und Sturm, daß die ſcheinbare Zuſammendrängung deſtillirten, durch Sieden von Luft befreieten und 0° C. Temperatur darbietenden Waſſer's, bewirkt durch den Druck einer Atmoſphäre 48, für den von zwei Atmoſphäre hingegen 96 Milliontheile ſeines Volums beträgt, und ſo fort ebenmäßig mit der Zunahme des Drucks an Größe gewinnt, indeſſen zweifelsohne nur bei nicht übermäßigen Druckvermehrungen; denn wüchſe die Zuſammendrückung bei höheren Graden des Druckes nicht im beträchtlich niederen Grade, als der Druck, ſo müßte das Volum des Waſſers bei einem Drucke von 20833,3 Atmoſphären zur verſchwindenden Raumgröße werden; vorausgeſezt daß Glas durch 1 Atmoſphäre um 33 Zehnmilliontheile ſeines Volums zuſammengetrieben wird. Um die ſcheinbare Zuſammendrängung auf die wahre zu erheben, addirt man übrigens, Colladon und Sturm zufolge, jedesmal 3,3 Milliontheile hinzu, wodurch daher z. B. die Zuſammenpreſſung des Waſſers von 48 auf 51,3 Milliontheile ſeines Volums gebracht wird. Für concentrirte (waſſerarme) Schwefelſäure, Salpeterſäure, Eſſigſäure, Merkur und zum Theil auch noch für Salpeternaphtha (ſalpetrichtſaurer Alkohol) zeigten ſich in Colladon's und Sturm's Verſuchen, bei der Druckvermehrung, bis zu 16 Atmoſphären hinauf, die Volumverminderungen immer noch der Zunahme des Druckes ziemlich genau entſprechend, beim Alkohol (entwäſſerten Weingeiſt), Aether (Schwefeläther), Chloräther (Salznaphtha) und Eſſigäther, und eben ſo auch bei dem mit Ammon geſättigtem Waſſer (ſog. concentrirteſten ätzenden Salmiakgeiſt) traten ſchon innerhalb dieſer Druckgrößen merkliche und bei noch höheren ſehr deutliche Abnahmen der Zuſammendrängung ein. Auch dieſe Phyſiker vermochten übrigens bei der Zuſammendrückung des Waſſers, ſelbſt wenn dieſelbe bis zum 40fachen Atmoſphärendruck geſteigert worden war, keine Temperatur-Erhöhung wahrzunehmen, dagegen ſah Despretz, ſchon bei dem Drucke von nur 20 Atmoſphären das von dem Waſſer berührte Thermometer um $^1/_{66}$ Grad C. ſteigen (Schweigger's Journ. LI. 238; wahrſcheinlich experimentirte D. mit geringen Waſſermengen) und Colladon und Sturm ſelbſt bemerkten bei raſcher (dem Wärmeverluſt keine Zeit gönnender) Zuſammenpreſſung von 36 bis 40 Atmoſphären Druckgewalt, eine Temperatur-Erhöhung von 4° bis 5° C. und Oerſted's neueſte Verſuche (Poggendorf's Ann. XXXI. 361 ff.), denen gemäß das Waſſer durch

Anſpruch nahm und nimmt, und das, ſofern es mit dem höherer Gebirgsgegenden in Verbindung und damit in Gegendruckverhältniß

---

einen Atmoſphäredruck von 28 par. Zoll Barometerhöhe um 46 Milliontel ſeines Volums vermindert wird, erliegt dieſe Minderung dadurch einer Verkleinerung, daß die dabei entwickelte (wie es ſcheint $\frac{1}{40}$ Grad C. betragende) Wärme auf das Waſſer ausdehnend wirkt. Daß ſich mit der Temperatur der Flüſſigkeit auch ihre Zuſammendrückbarkeit ändere, fand ſchon Oerſted (der ſie z. B. bei'm Waſſer von 0° C. um $\frac{1}{10}$ größer bemerkte als bei Waſſer von 10° C.), daß aber hiebei die verſchieden gearteten Flüſſigkeiten ſehr von einander abweichen und zum Theil entgegengeſezt verhalten, zeigten Coll. u. St.; denn beim Aether fanden ſie die Compreſſibilität durch 1 Atmoſphäre bei 0° C. gleich 133,3 bei 11° C. hingegen gleich 149,3 ſeines Volums. Waſſer, das Salze, Alkalien oder Säuren gelöſ't beſaß (und mithin weniger Waſſerdampf enthielt, als reines Waſſer) ließ ſich in Oerſted's Verſuchen weniger zuſammendrücken, als reines Waſſer, und Merkur gewährte in O.'s, wie in Coll.'s und St.'s Verſuchen, nahe dieſelbe Zuſammendrückbarkeit; nämlich die von beiläufig 1 Milliontheil des Merkurvolums durch 1 Atmoſphäre (wahrſcheinlich bei einer über 0° C. beträchtlich hinausgehenden Temperatur). Aether war in O.'s Verſuchen nahe dreimal ſo zuſammendrängbar, als Alkohol, nahe zweimal wie Antrathion (Schwefelkohlenſtoff) und nur $1\frac{1}{3}$mal wie Waſſer; wofür Coll. und St. freilich merklich abweichende Größen erhielten. Einige von Galy-Cazalet veranſtaltete ähnliche Verſuche haben über dergleichen Abweichungen keine Aufſchlüſſe ertheilt; P.'s Ann. XII. 189. Perkins erhielt weit größere Volumverminderungen; wahrſcheinlich: weil das Einpumpen des Waſſers in ſeine Vorrichtung dem Waſſer einen heftigen Stoß ertheilt, und die Beobachtung des Erfolges nur im Momente dieſes Stoßes zuläßig iſt. Perkins ſoll übrigens mittelſt eines Druckes ſeiner Maſchine gleich 1,100 Atmoſphären, die atmoſphäriſche Luft auch ohne Vermittelung des (ſie einſaugenden) Waſſers, zur tropfbaren Flüſſigkeit verdichtet haben, während bei gleichem Drucke die demſelben unterworfene Eſſigſäure ſich in tropfbare wäſſrige und kryſtalliniſche waſſerarme Säure trennte, und ein Gemenge von wäſſrigem Weingeiſt und darin nicht gelöſ'tem Cederöl ſich zur klaren, homogenen (gleichförmigen) Flüſſigkeit verband. Lezterer Verſuch weiſet darauf hin: daß vermehrter Druck die Löſung befördert, wie denn auch mittelſt der Real'ſchen Preſſe friſch bereitete wäſſrige Pflanzenauszüge zum Theil Löſungen gewähren, welche, nach dem Herausfließen (alſo nach dem Aufhören des Drucks der Preſſe) „einen Theil der gelöſ'ten Subſtanz ſich ausſcheiden laſſen" (vergl. Geiger's Beſchr. der Real'ſchen Auflöſungspreſſe. Heidelberg 1817. 8.) und unter dem Drucke ſehr hoher Waſſerſäulen entſtandene Kryſtalle des Strontitazotat (ſalpeterſauren Strontian) größere Härte und Dichte darbieten, als die bei ſehr niederem Waſſer- aber gleichem Luftdrucke gebildeten.

Das tropfbare Waſſer würde ſich, in Folge ſeines Waſſerdampf-Gehaltes, wahrſcheinlich noch weit mehr veränderungsfähig zeigen in Beziehung auf Raumerfüllungsgröße, als es deſſen (auf ſeinen Waſſerdampf-Gehalt gegründete) Zuſammendrückbarkeit nachweiſet, wenn nicht mit dem Drucke die Adhäſion des Waſſers zu ſeinem eigenen Dampfe vermehrt würde, und wenn die Beweglichkeit ſeiner denkbaren Theilchen, ſo fern dieſelbe verglichen mit jener der Gaſe gering oder träge zu nennen iſt, nicht daran hinderte; lezteres Hinderniß iſt jedoch dort aufgehoben, wo das Waſſer in Form einer dünnſten Schicht von entgegengeſezten Seiten her (von Innen und von Außen) einer gleichen Druck- und Anziehungs-Größe unterworfen erſcheint, und es mithin auch gar zu jener Art von Zähigkeit kommen kann, welche die Oberfläche der in Gefäßen eingeſchloſſenen Tropfbaren (ſ. oben S. 56 Anm.) und eben ſo auch jene der einzelnen Tropfen ſelbſt darbieten; Bedingungen, welche ſich ſämmtlich erfüllt finden in den Hüllen der Dunſtblaſen, die ſich daher auch durch Minderung des Außendrucks der ſie umgebenden Luft bis auf einen gewiſſen Punkt (in Folge des nun verhältnißmäßig größeren Innendrucks der von

ſteht, dort mit, in manchen Fällen überraſchender Geſchwindigkeit emporſteigt, wo man (mittelſt Erd-Bohrung) die es am Anſteigen

---

ihnen umſchloſſenen Gaſe) ausdehnſam-raumveränderlich (expanſiv-elaſtiſch) zeigen und je mehr ausgedehnt um ſo minder laſtend wirken und daher auch den Zuſammenhang der ſie tragenden Luft um ſo weniger aufzuheben und darin zu ſinken vermögen; vergl. auch m. Meteorologie I. 398. Jene Größe, welche die zur Bildung der kleinen, aus 2 oder 3 einander umſpannenden (concentriſchen) Ringen beſtehenden, (am Außenrande jedes Ringes rothen, an deſſen Innenſaume hingegen blauen) Höfe erforderlichen und dieſe Bildung mittelſt Beugung des Lichtes an ihren Außenflächen oder Rändern bewirkenden Dunſtbläschen darbieten, berechnete Fraunhofer (m. Arch. f. d. ges. Naturl. V. 172 ff.) mittelſt derjenigen Gleichung, die das Geſetz des durch runde Oeffnungen oder an runden Körpern gebogenen Lichtes darſtellt. Hienach hatten die Dunſtbläschen jenes Hofes der erwähnten Art, welchen Newton im Jahr 1664 beobachtete, einen Durchmeſſer von 110, die des von Jordan im Jahr 1792 geſehenen und beſchriebenen einen von 190, und jene eines im Jahr 1797 beobachteten, auffallend ſchönen 58 Hunderttauſendtel eines pariſer Zolles; vergl. auch oben S. 86 Anm. und 120. Bei den großen (meiſtens nur einen, höchſtens zwei farbige Ringe darbietenden, durch einen großen dunkeln Zwiſchenraum von dem in der Mitte befindlichen leuchtenden Körper (dem Monde ꝛc.) getrennten Höfen iſt die Ordnung der Farben die umgekehrte und der ſcheinbare Durchmeſſer (des Hofes) an verſchiedenen Tagen ſtets derſelbe, nämlich für den erſten Kreis 45°, für den zweiten, fernſten 90°. Manchmal iſt noch ein dritter äußerſter, aber farbenloſer Kreis von 180° Durchmeſſer zugegen, wie Hevel einen dergleichen erblickte. Fraunhofer zufolge wird zur Bildung der Farbenringe dieſer Art Höfe das Licht nicht der Beugung, ſondern der Brechung (oben S. 96 ff.) unterworfen und zwar für beide farbige Ringe in ſehr kleinen ſechsſeitigen Eisprismen, deren jedes ſich in eine ſechsſeitige Pyramide endet. Der äußerſte, farbloſe Ring entſteht lediglich durch von dem Innern der Eisprismen aus eintretende vollſtändige Spiegelung des Lichtes. Vergl. oben S. 97. Walker ſah in Thermometerröhren ausgekochtes und dann eingeſchloſſenes Waſſer bis zu 22° F. (oder — 5°,56 C. oder — 40,44 R.) erkalten; zuſammengepreßtes reines ohne daß es erſtarrte; Brunnenwaſſer hingegen gefror. Waſſer läßt ſich unter 0° C. kälten ohne zu erſtarren, eben ſo bleibt gewöhnliches Waſſer unter Oel, de la Beche's hieher gehörigen Verſuchen gemäß (Gilbert's Ann. LXXI. 435) bis zu — 10° C. flüſſig, während das Oel, das ſchon bei 0° C. oder — 1/2° C. erſtarrt, wieder flüſſig wird, ſo wie das — 10° C. kalte Waſſer zu erſtarren beginnt. Im zweiten Falle iſt das (zuſammengepreßte) Waſſer im Verhältniß der Preſſung: zwar arm an Waſſerdampf und ſollte daher eher gefrieren als das ungepreßte, Waſſerdampf reichere; allein auch der wenige Dampf, den es im gepreßten Zuſtande enthält, vermag nicht zu entweichen, weil die geſchloſſenen Gefäße ihn daran verhindern, und wirkt mithin der Erſtarrung entgegen. Im lezteren (dritten) Falle hindert das Oel die Entweichung des Waſſerdampfes, und wenn endlich durch Kältung bis zu — 10° C. die Waſſertheilchen bis zur gegenſeitigen Erweckung gleichzeitiger polariſcher und Adhäſions-Anziehung entwärmt und zugleich einander in den Gegenziehpunkten hinreichend genähert ſind, um das Erſtarren vor ſich gehen zu machen, ſo entweicht die entſprechende Menge Waſſerdampf, in das überliegende ſtarre Oel dringend und es bis zur Schmelzung wärmend. Friert in offenen Gefäßen für ſich befindliches Waſſer, ſo iſt es der Dampf des unterhalb der oberſten, ſchon ſtarren Schicht befindlichen noch keineswegs ſtarren Waſſer's, der, zumal bei weiterer jäher Kältung, die Eisdecke, und Falls dieſe zu ſtark geworden, nicht ſelten auch das Gefäß ſelber ſprengt; wiewohl das ſich weiter bildende Eis ſelbſt, (kraft ſeiner größeren Ausdehnung) zur lezteren Wirkung mit beitragen kann und auch beträchtlich mit beiträgt. Außer dem Dampf entweichen übrigens beim Vereiſen des Waſſers auch die darin enthalten geweſenen übrigen Gaſe, zumal die atmoſphäriſche Luft, die Carbonſäure ꝛc.; die dann nicht ſelten vom Eiſe eingeſchloſſen in Form kleiner Blaſen geſondert verbleiben.

hindernde Decke durchbrochen hat, wie die Bohrbrunnen (oben S. 96 Anm.) ſolches zur Genüge lehren, die, gemeinhin im ſogenannten aufgeſchwemmten Lande (d. i. in der zunächſt unter dem fruchttragenden Boden lagernden, durch ihren nicht ſteinartigen ſondern vielmehr lockern erdigen Zuſammenhang, auf Ablagerung der Anſchwemmung mittelſt großer, in der Vorzeit ſtatt gehabter Fluthen hinweiſenden Unterboden-Maſſe) getrieben, eine Waſſerdichte (das Heraufdringen des Waſſer's hindernde) Thonlage durchſetzen, die dem meiſtens zu unterſt liegenden groben Gerölle, Sand und dergleichen zur Decke diente, und wie es auch jeder andere laufende Brunnen (natürliche Springbrunnen) nachweiſet, indem bei dieſen das Waſſer ſelbſt allmälig die es nach oben hin abſperrende Thonlage oder deren Vertreter durchbrochen hat. Jedes Bohrbrunnen-Waſſer und ebenſo jedes Waſſer laufender Brunnen bringt übrigens faſt unverändert die Temperatur mit, die es vorfand in der Tiefe, aus welcher es aufwärts gedrückt wurde, und nur in jenen allerdings

---

Es ſcheint daß im eiskalten Waſſer der mehr oder weniger verdichtete (und im Verhältniß der Verdichtung ſtark geſpannte) Dampf der zur kryſtallgemäßen Gegenſtellung erforderlichen Bewegung der Theilchen zum Hinderniß gereicht; weßhalb dann auch ruhig tief unter 0° C. erkaltetes Waſſer durch bloßes Erſchüttern ſofort (und nicht ſelten unter ſtarker Dampfentwickelung und dieſe begleitender Wärmung) gerinnt; oftmals reicht zur Einleitung ſolcher Bewegung ſchon jene Erſchütterung hin, in welche dergleichen Flüſſigkeiten verſezt werden, ſo bald nach dem Oeffnen des Gefäßes dem Dampfe der Ausweg und der freien Luft das In-Bewegung-ſetzen (zunächſt der Oberfläche der Flüſſigkeit) geſtattet iſt; wie denn eine hinreichend kalte geſättigte Löſung des Glauberſalzes nur des Andranges (oder vielmehr des Anwogens) weniger Luftblaſen bedarf, um ſogleich Glauberſalzkryſtalle zu entlaſſen; m. Grundz. I. 607 II. 503. — Die Luft, und ebenſo ohne Zweifel auch der Dampf, befinden ſich, ſofern ſie vom Tropfbaren verſchluckt worden, ohne Zweifel in einem Zuſtande, welcher der Form nach dem der Tropfbarkeit ähnelt, aber ſie unterſcheiden ſich von den eigentlich Tropfbaren dadurch: daß ſie ſehr ausdehnſam-beweglich (ſehr elaſtiſch) ſind, in dieſer Hinſicht wahrſcheinlich eine Mittelſtufe darſtellend zwiſchen den eigentlich Tropfbaren und den von Cagnard de la Tour dargeſtellten Dämpfen; oben S. 167 Anm. Zum Schluſſe dieſer vielleicht etwas zu ſehr gedehnten, aber ihrem Inhalte nach nicht füglich trennbaren Anmerkung, folge hier noch Hällſtröm's neueſte Tafel über das Volum und die Dichte des Waſſers, bei den nebenſtehenden Temperaturen (vergl. oben S. 60 Anm. ſo wie S. 63 und den Anfang der gegenwärtigen Anm. S. 165); Volum und Dichte bei 0° C. ſind zu 1,000000 angenommen:

C.	Volum.	Dichte.	C.	Volum.	Dichte.	C.	Volum.	Dichte.
1	0,999950	1,000050	15	1,000720	0,999280	30	1,004216	0,995802
2	0,999915	1,000080	16	1,000872	0,999128	35	1,005761	0,994272
3	0,999894	1,000106	17	1,001035	0,998966	40	1,007496	0,992560
3,9	0,999882	1,000118	18	1,001210	0,998791	45	1,009434	0,990654
4	0,999888	1,000112	19	1,001397	0,998605	50	1,011570	0,988563
5	0,999897	1,000103	20	1,001594	0,998408	55	1,013894	0,986297
6	0,999919	1,000081	21	1,001802	0,998201	60	1,016398	0,983867
7	0,999956	1,000044	22	1,002022	0,997982	65	1,019078	0,981280
8	1,000006	0,999994	23	1,002251	0,997754	70	1,021920	0,978550
9	1,000069	0,999931	24	1,002491	0,997515	75	1,024921	0,975685
10	1,000145	0,999855	25	1,002741	0,997267	80	1,028072	0,972695
11	1,000235	0,999765	26	1,003001	0,997008	85	1,031364	0,969590
12	1,000338	0,999662	27	1,003271	0,996740	90	1,034791	0,966379
13	1,000453	0,999547	28	1,003549	0,996463	95	1,038346	0,963070
14	1,000581	0,999419	29	1,003837	0,996178	100	1,042016	0,959678

ſehr gewöhnlichen Fällen, in welchen die laufenden Brunnen durch den Zufluß vieler einzelner, aus dünnſten Bodenſpalten herauf gedrückter Quellen gebildet werden, zeigen dieſe Brunnen eine Temperatur, welche der mittleren Wärme des Bodens gleichkommt; wo hingegen die Quelle, hierin ähnlich dem Waſſer der Bohrbrunnen, gleich von vorn herein, nämlich in ſehr beträchtlichen Tiefen, beträchtlich dick iſt (großen Querdurchmeſſer darbietet) dort bringt auch die Quelle eine um ſo höhere Temperatur mit, je tiefer die Stelle ſich befindet, wo ihr Anſteigen anhebt (denn die Fühl-Wärme der ſog. Erdrinde findet ſich um ſo größer, je tiefer man in dieſelbe hinabdringt), wiewohl ſie auch in dieſem Falle ſchon darum nie die Tiefentemperatur unverändert anzunehmen und beizubehalten vermag: weil das Waſſer, bevor es die größte Tiefe erreichte (da es dem Regen, Schnee ꝛc. hochliegender Gegenden entſtammt oder, was daſſelbe ſagen will, urſprünglich ſog. Meteorwaſſer iſt) eine große Zahl von höher und hoch liegenden Erdſchichten durchſickerte und während es wieder emporgeſchoben wurde durchſtieg; abgeſehen davon, daß der Einfluß der Luftwärme, auch bei der kleinſten Berührungsfläche des hervortretenden Waſſers und der atmoſphäriſchen Luft, doch nie als verſchwindend klein betrachtet werden kann. Denn — zur Zeit vorliegenden Beobachtungen zufolge, ſcheint die innere Erdwärme nicht aller Orten in gleichen Tiefen gleich groß zu ſein, und die Annahme: daß mit einer Tiefe von 150 Meter (oder nahe 77 Toiſen), oder etwas über 79 Wiener Klafter) die Erdwärme um 1° C. zunehme — wonach ſie bei 2312 und nahe 3/10 (alſo bei 2312,3) Toiſen, oder 7130 Wiener Fuß, zur Waſſer-Siedhitze und in der Tiefe von einigen Meilen zur Glühhitze geſteigert erſcheinen muß — dürfte für manche Orte durchaus unzuläßig ſein. Weil man ehemals gefunden hatte, daß die Meeres-Wärme mit Zunahme der Meerestiefen (in manchen Gegenden ſehr ſchnell) abnimmt — theils, indem das dichtere, kältere Waſſer ſich zu Boden ſenkt, während das leichtere wärmere aufſchnellt (oben S. 41 und hauptſächlich S. 57 Anm. *), theils, indem aus den kälteren Erdtheilen zu dem wärmeren hin kaltes dichteres Meerwaſſer unten im Meere denen heißeren (dem Aequator näheren) Gegenden zuſtrömt, während oben von den heißeren Gegenden wärmeres leichteres Waſſer vom Aequator ab gegen die Pole hin überfließt; Fließungs-Gegenrichtungen, welche der Ocean mit der Luft theilt, und die auch bei ihm, wie bei der Luft, durch die Umdrehung der Erde um ihre Axe und der dadurch erzeugten Schwunggewalt inſofern abgeändert werden: als Luft- wie Meeres-Theilchen, welche dem Aequator näher oder unter dem Aequator liegen, kraft der dort größten Schwunggewalt der Erde, in ihren Fallgeſchwindigkeiten am meiſten gemindert erſcheinen, während die den Polen nächſten Theilchen, durch den Erdumſchwung am wenigſten im Fallen aufgehalten, dem Schwerezuge der Erde mit nahe (und unter den Polen mit faſt gänzlich) ungeminderter Geſchwindigkeit

Folge leiſten. Die „innere Erdwärme“ ſelbſt, die wir zum Unterſchiede von der „Bodenwärme“ (S. 74) die Tiefenwärme nennen wollen, hat wahrſcheinlich mehrere, theils andauernd ſich erneuende, theils nur noch in ihren Nachwirkungen merkbar werdende Urſachen; zu den erſteren gehören wahrſcheinlich 1) alle annoch brennenden Vulkane, zumal die Central-Vulkane, deren Herd bei manchen viele Meilen tief von der Erdoberfläche fernen mag (m. Hdb. d. Meteorologie I. 79—81) und die wahrſcheinlich durch andauernde galvaniſche und chemiſche Waſſerſetzung ſowohl ihr eigenes Brennen bedingen, als auch durch Wiederverbrennen des dabei frei gewordenen Waſſerſtoffs (und der von dieſem aufgenommenen übrigen brennbaren Grundſtoffe) in geeigneten Erdhöhlungen die Phänomen der Erdſtöße, Erdbeben und der vulkaniſchen Ausbrüche zu vermitteln ſcheinen (a. a. O. S. 68 ff.); 2) die Zuſammendrückungen der im Innern erzeugten Gaſe und der vielleicht hie und da in beträchtliche Tiefen eindringende atmoſph. Luft; 3) die muthmaßlich hauptſächlich in der Erdrinde fortdauernd gegebenen ſog. elektriſchen Strömungen, ſofern dieſelbe ähnlich wirken wie in den (ſpäterhin zu erläuternden) Schließungsdräthen galvaniſcher Batterien, und 4) die vielleicht von den Innengewäſſern und den tieferen Innengaſen aus fortſchreitenden Ausſcheidungen erſtarrender Materien (ſo daß die Erde vielleicht nach Innen zu in einem ähnlichen Verhältniſſe fortkryſtalliſiret, wie ſie nach Außen hin verwittert); zu den hieher gehörigen Nachwirkungen darf man wohl, ohne fürchten zu müſſen daß man der Natur irgend Gewalt anthue (durch übertriebenen Eifer erklären zu wollen, worüber ſich nur Vermuthungen aufſtellen laſſen), annehmen: daß alles was jezt ſtarr (feſt) erſcheint, in irgend einer Vorzeit flüſſig war, und zwar theils feurig- theils wäſſrig-flüſſig, und daß die beim Erſtarren freigewordene Wärme nach Außen hin darum noch jezt fortfährt abgeleitet zu werden: weil der äußere, von Luft berührte oder von Waſſer bedeckte Theil, d. i. die jetzige ſog. Erdrinde, im Ganzen genommen ein ſehr ſchlechter Wärmeleiter iſt. — Viele Phyſiker leiten von dieſer und überhaupt von der vormaligen höheren Tiefen- und Boden-Wärme jene frühere klimatiſche Beſchaffenheit der Erde ab, der zufolge Gewächſe jenen ähnlich und ſehr ähnlich: welche noch jezt in der heißen Zone und nur in dieſer heimiſch ſind, damals nicht nur in den gemäßigten Zonen, ſondern auch nahe denen Polarkreiſen und innerhalb derſelben lebten und zu höchſt kräftigem Wuchſe gelangten; als da ſind (wie die theils verſteinerten, theils in Steinkohle abgeformten und mit verkohlten, ſichtbarlich vormals organiſchen Maſſen bezeugen): Gewächſe, ähnlich den baumartigen Farrenkräutern und verwandten kryptogamiſchen Pflanzen, den baumartigen Gräſern, den Palmen ꝛc. der Tropen und der angränzenden warmen Erdſtriche, und der gemäß: Rieſenthiere der Vorzeit (Rieſen-Elenn, Rieſen-Büffel, Rieſen-Tapire, vorzeitliche Elephanten, das Anoplotherium mit

ſeinen verſchiedenen Arten ꝛc. vergl. m. tabellariſchen Ueberſichten der untergegangenen, veränderten und unverändert gebliebenen Organismen der Urzeit, in m. Hdb. d. Meteorolog. I. 155—164) in jezt zum Theil kälteſten Gegenden vorzüglich Nordaſiens und Nordamerika's hinreichende Pflanzenkoſt vorfanden um wachſen, ihre koloſſalen Leiber erhalten und ſich fortpflanzen zu können. Größere Tiefenwärme allein reicht indeſſen zur Erklärung dieſer allerdings auffallenden Vorkommen nicht hin; denn obgleich z. B. die jezigen Vulkane Islands und Nordaſiens ſichtbarlich eine äußerſt lebhafte Tiefenwärme entwickeln und ununterbrochen zu entbinden fortfahren, ſo iſt doch ſchon wenige Schritte vom Fuße dieſer Vulkane (theils durch andauernde Abkühlung durch von den Seiten und von oben her herzuſtürzende kalte und mehr als eiskalte Luft, theils durch Wärmeſtralung ꝛc.) die mittlere Bodentemperatur viel zu niedrig, um in Abſicht auf Pflanzen-Entwickelung die von jenen Vulkanen mehr entlegenen Umgegenden irgend bedeutend überbieten zu können, und von einer Unterſtützung des Pflanzenlebens, wie ſie in den gemäßigten Zonen und noch viel weniger, wie ſie in dem heißen Erdſtriche ſich bethätigt, iſt dort durchaus weder Anzeige noch Merkmal vorhanden; wenn alſo auch die vorzeitliche Tiefenwärme der jezt kalten Erdſtriche beträchtlich größer war, als die gegenwärtige, ſo gewann dadurch die Bodenwärme nicht ſo viel (oder wenigſtens doch durchaus unzureichend) um Pflanzen ernähren und erhalten zu können von jener Art, wie die erwähnten Ueberreſte ſie nachweiſen, und Gegenden, deren Landorganismen-Ueberreſte jezt zum Theil nie ſchmelzendes Eis deckt, mußten in der Vorzeit, außer der Tiefenwärme, hauptſächlich eine hohe Luftwärme beſitzen, wenn in ihnen Pflanzen- und Thier-Leben ſo üppig gedeihen ſollte, wie es jene Ueberreſte anzeigen. Solche höhere Luftwärme konnte aber unmöglich für die damalige ganze Erdoberfläche gleichzeitig wirkſam geweſen ſein; denn ſonſt wäre in den jezigen gemäßigten Zonen, und mehr noch in der heißen Zone, vor übergroßer Hitze, gar kein organiſches Leben möglich geworden (ebenſo, wie eine angebliche ehemals allgemein höhere Tiefenwärme, in Verbindung mit der höheren Bodenwärme, die jezt feſten Maſſen z. B. der Aequatorialgegenden wahrſcheinlich in feurigen Fluß gebracht und erhalten haben würde) oder, wenn ſie es war, ſo waren auch damals die jezt nur warmen und heißen Landſtriche, der um jene Zeit übergroßen Hitze wegen, noch gar nicht von Lebweſen bewohnt und erhielten erſt ſpäterhin, nachdem ihre Bodenwärme und ihre Gewäſſer mehr gekühlt erſchienen, vielleicht durch Einwanderung von Norden her, ihre Bewohner, die ihre heimatlichen Gegenden verließen: weil, mit der auch dort allmälig eingetretenen Bodenkühle und (Falls das Ereigniß zu gewiſſen Zeiten plötzlich und im ausgezeichnet hohen Grade eintrat) Boden- und Luft-Kälte, der größte Theil der jenen Gegenden angehörigen Pflanzenwelt verkümmerte und eiſig erſtarrte. Was minderte nun aber die Bodentemperatur

der nördlichen Gegenden (theils allmälig, theils plözlich) in ſolchem Maaße beträchtlich, daß baumartige Farrenkräuter und Gräſer ꝛc. darin nicht nur nicht mehr zu gedeihen vermochten, ſondern auch mehr oder weniger plözlich abſtarben? Meines Dafürhaltens, alles Hiehergehörige vergleichend beurtheilt (wie ich bereits vor mehreren Jahren a. a. O. S. 137 ff. darzuthun bemüht war) die in Folge der (allmäligen) allgemeinen und der beſonderen theils allmäligen, theils urplözlichen, theils über ganze Länder verbreiteten, theils einzelnen und zum Theil ſehr vereinzelnten Boden-Erhebungen hervorgegangene Verdünnung der Luft. Wahrſcheinlich findet nämlich innerhalb großer Zeiträume z. B. innerhalb eines ſog. Platoniſchen Jahres, d. i. in einem Zeitraum von mehr als 25800 Jahren, zu dem die normale Dauer des Menſchenlebens, dieſelbe auf 72 Jahre geſezt, ſich verhält: wie ein Tag zu einem gewöhnlichen Jahre, und der, durch das ſog. Vorrücken der Nachtgleichen bezeichnet, mit ſeinen Einzeltheilen muthmaaßlich das eigentliche Zeitmaaß (Zeitgeſez) oder den naturgeſezlichen Dauernwechſel aller Hauptthätigkeiten in und an der Erde bedingt (a. a. O. II. 7, 164 ff. und I. 1. S. 47, 222 ff., ſo wie 2. S. 90) — ein regelmäßiger Wechſel in der Ausdehnung der entgegengeſezten Erdhälften, der nördlichen und der ſüdlichen ſtatt, hervorgebracht durch die innerhalb des einen Zeitraums größere, innerhalb des darauf folgenden hingegen geringere Erwärmung der einen und durch die damit gleichzeitig gegebene geringere und darauf folgende größere Wärmung der andern Hälfte; Wärmewechſel, welche hauptſächlich durch die veränderte Stellung der Erde zur Sonne und zu den Planeten hervorgehen, und zwar nicht nur gemäß der damit ſich ändernden, von Seite der Sonne gegebenen Beleuchtungsſtärken (a. a O. I. 308 und II. 251, 270) ſondern hauptſächlich auch in Folge der ungleichen magnetiſchen Ein- und Gegenwirkungen dieſer Weltkörper und der Erde, weil „Aendern im Gegenwirken der Magnete" (wie wir ſpäterhin ſehen werden) Elektriſirung und damit Abänderung der ſog. elektriſchen Strömung zur Folge hat. Eingetretene beſondere, ſowohl allmälige als im lezteren Falle urplözliche Bodenwärme-Aenderungen im Gefolge habende Erhebungen dürften größtentheils vulkaniſcher Natur geweſen ſein. Noch jezt hebt ſich wie es ſcheint, ganz Scandinavien auf ſolche Weiſe allmälig (m. Arch. XVIII. 218 ff.) und es ſind erſt wenige Jahre verfloſſen, ſeitdem ſich nahe der Südküſte von Sicilien, bei Sciacca im Meere ein Vulkan, Nerita genannt, erhob, und dann ſpäterhin wieder ſank (a. a. O. XXII. 50, 121, 279 und 429); mehrerer früherer vulk. Erhebungen, wie man ſie S. 137, 476, 481 ff. in der erſten Abth. des I. B. m. Meteorologie beſchrieben findet, nicht zu gedenken. Zu überſehen iſt dabei nicht, daß nicht nur den periodiſchen Wärmedehnungen einer der Erdhälften: gleichzeitige Zuſammenziehungen der ſolcher Hälfte entgegengeſezten anderen zur Seite erſcheinen, ſondern daß ſehr wahrſcheinlich

auch jede **allmälige vulkaniſche Hebung** in vulkaniſch entgegengeſezte Gegenden **gleichzeitig eine ebenſo allmälige Senkung nach ſich zieht**; wie denn in der That neben der Erhebung Scandinaviens, zu gleicher Zeit, eine bereits ſeit mehr denn 300 Jahren, (wiewohl im ſehr geringen Maaße) fortſchreitende **Senkung** ganz **Schottland's** und **England's** im Gange zu ſein ſcheint; a. a. O. und m. Arch. XVIII. 215 Anm. Jede Veränderung aber, welche den einen Theil der Erdoberfläche hebt, während ſie den anderen zum Sinken bringt, verändert nicht nur nothwendig die Strömungen der Gewäſſer und der Lüfte (und bei plözlichen Senkungen von beträchtlichem, ganze Ländern und Welttheile treffenden Umfange — wie ſolche wahrſcheinlich vorzeitlich im ſüdlichen Ocean und in ſpäterer Vorzeit in denen jezt vom atlantiſchen Ocean bedeckten Gegenden zwiſchen dem öſtlichen Amerika und den Azoren, canariſchen Inſeln ꝛc., ſo wie in jenen der heutigen Oſtſee, dem Kaspiſee ꝛc. ſtatt hatte; m. Meteorologie a. a. O. — die ganzer Meere, dadurch großartigſte Ueberſchwemmungen und Fluthen herbeiführend, ſondern auch die ſolchen Gegenden zukommenden **Luftdichten**, und damit hauptſächlich das Maaß ihrer Bodenwärme; und ſowohl dieſe Aenderungen der Bodenwärme als auch die damit im Zuſammenhange ſtehende Abänderungen der Licht-Einwirkungen, ſie ſind es, durch deren Eintritt mehr oder weniger auffallende Abänderungen im Pflanzenleben und im ganzen zugehörigen Pflanzenthume, und dadurch in der geſammten Eigenthümlichkeit der von den Pflanzen lebenden Thiere hervorgehen. Denn die **dichtere** Luft mindert die Intenſität des einfallenden Lichtes zum Nachtheil der Formen- und Farben-Mannigfalt der Pflanzen und zum Vortheil der Wärmung des die Pflanzen tragenden und ernährenden Bodens; die **dünnere** hingegen begünſtigt die Wärmeentſtralung des Bodens und die minder geſchwächte Einwirkung des Lichtes auf deſſen Bewohner, und während die „wärmere" Luft die Waſſerverdampfung und hiedurch die Bildung der Wolken, die Entſtehung der Gewitter und Fällung des Meteorwaſſers vermehrt, und ſo Alles befördert was auf Wachsthum und Ausdehnung der Pflanzen Bezug hat, macht ſich die „kältere" Luft als Vermittler der Verlangſamung und Beſchränkung des Wachsthums und der Zuſammendrängung und zwergartigen Verkürzung der Theile geltend. Die Atmoſphäre, überhaupt genommen, hat aber ſeit der Urzeit ſehr wahrſcheinlich ſchon darum nicht unbeträchtliche Abänderungen ihres Einfluſſes auf Bodenerwärmung erlitten: weil ihr, nicht minder wahrſcheinlich, ſeitdem in ihrem Gehalte an Einzelgaſen eine beträchtliche Umänderung zu Theil geworden; denn während ſie vor 6000 Jahren, A. **Brogniart's** Berechnungen gemäß, gegen 8 Volumprocente gaſige Carbonſäure enthielt — die vielleicht, nebſt Waſſer, den erſten Bildungſtoff und die alleinige Nahrung der erſten (wie ich in m. „Geſchichte der Natur," d. i. in dem lezten Cap. m. Experimentalphyſik und in m. Meteorologie I. 168 ff. aus

allgemein phyſikaliſchen anatomiſchen Gründen folgerte: kryptogamiſchen) Pflanzen, und damit auch der erſten Thiere darbot; denn, wenn Thiere leben ſollten, mußten Pflanzen ſchon vorhanden ſein, und Thiere wie Pflanzen ſind, dem Stoffe nach, muthmaaßlich nicht ſowohl durch den feſten und tropfbaren, ſondern vielmehr und hauptſächlich durch den luftigen Theil der Erde, durch das, was wir im Gegenſatze des Erdkörpers, den (phyſiſchen) Himmel nennen, gebildet worden — beſizt ſie davon jezt kaum noch zehn Tauſendtel ihres Volums, und über dem Meere und über jeder großen Waſſerfläche noch viel weniger, weil das Waſſer die Carbonſäure verſchluckt und ſo auf dem kürzeſten Wege den Waſſerpflanzen als Nahrungsmittel darbietet; a. a. O. 205, 224 und II. 13 ff. In dem Verhältniß aber, wie die Carbonſäure der Atmoſphäre ſich mindert, nimmt dagegen wahrſcheinlich zu: ihre Faſſungsfähigkeit für Waſſergas (Waſſerdampf), und mithin ihr Gehalt an gaſigem Waſſer, und damit aber zugleich auch ihre Durchſichtigkeit (denn je Waſſergas-reicher die Luft, um ſo klarer iſt ſie und um ſo mehr rein blau der Himmel); und wurde daher ſeit 6000 Jahren die Menge des die Erde bedeckenden Waſſers nicht etwa von Innen heraus (durch Empordampfen ſonſt abgeſchloſſenen fernen Tiefen des Erd-Innern angehörigen Waſſers) vermehrt, ſo hat auch die Menge des tropfbaren Waſſers auf der Erde ſchon darum abgenommen, weil nun Raum vorfindender, neu entſtandener Waſſerdampf die Stelle desjenigen Carbonſäuregaſes einnahm, welches von den Pflanzen der Erde verzehrt worden. Außer dieſer für die Erhebung des Landes aus dem Waſſer und dadurch (mittelſt für ſolches Land nun möglich gewordener Wärmeentſtralung) für die Bodenwärme ſehr erfolgreichen Minderung des tropfbaren Waſſers, hatte dieſe ohne Zweifel ſeit Anbeginn ſtatt ebenſowohl durch fortſchreitendes Entſtehen feſter waſſerhaltiger Geſteine, wie durch deren ſpätere Verwitterung, indem beide Vorgänge in der Regel mit Waſſerbindungen verknüpft ſind, und vielleicht mehr noch durch die Vervielfältigung der Lebweſen und die Anhäufung ihrer Leichname. Ein in lezterer Hinſicht höchſt auffallendes Beiſpiel bieten noch heutiges Tages dar: die Uebereinanderhäufungen der nebeneinander ſich bildenden Corallengehäuſe, d. h. die ſog. Corallenriffe. Es bauen ſich dieſe Corallenwürmergehäuſe vom Meeresboden bis über den Meeresſpiegel hinauf in ſo kurzer Zeit und in ſo verbreiteten Flächen, daß ſie, während ſie früherhin in ſolcher Weiſe viele kleinere Inſeln entſtehen machten und größere (vielleicht ganz Auſtralien) bilden halfen (indem ſie ſich, zumal im ſüdlichen und öſtlichen Ocean, um Meervulkane anlegten, welche mehr und mehr ſich hoben und ſo die Corallenriffe über den Meerſpiegel mit emporſchoben; wo dann deren Thiere abſtarben, weil ſie in der Luft nicht beſtehen können) jezt in wenigen Jahren ganze Meerestheile zu Meerbuſen einengen, andere nach und nach vollkommen ausfüllen, und viele ſonſt leicht zugängliche Häfen jezt unzugänglich machen. Wo ſie

über dem Meeresſpiegel erhoben erſcheinen (ſey es in Folge der Erhebung ihres Bodens, oder — was in den wenigſten Fällen genügen dürfte — gemäß lange andauernder, gegen die See gerichteter Stürme) dort bieten ſie den Seevögeln Ruhe- und Brut-Stellen dar, und ebenſo den Zugvögeln entfernter Länder, werden von beiden gedüngt und von den lezteren hiemit zugleich auch beſäet (indem ſie manche der von ihnen auf dem Lande das ſie verließen genoſſenen Saamen, auf ſolchen Ruheplätzen unverdauet, oder höchſtens nur bis zur Keimung erweicht, wieder von ſich geben) und gewähren ſo dort Land, wo ſonſt nur Meeresfluthen wogten.

q) Wie viel aber im Ganzen genommen, z. B. ſeit ſechs Jahrtauſenden, die Abnahme des tropfbaren Waſſers auf der Erde beträgt, darüber läßt ſich freilich auch nicht einmal etwas irgend auf Beſtimmtheit Anſpruch machendes vermuthen, und ebenſowenig läßt ſich darthun, wie viel ſie noch jezt innerhalb beſtimmter Zeitdauern beträgt; weil wir dazu weder Maaßſtab noch Meſſungs-Gelegenheit beſitzen, wohl aber läßt ſich — Dank ſey es den Bemühungen der Phyſiker unſerer Zeit, zumal eines Daniell (Erfinder des Thermohygrometer), Auguſt (Erfinder des Pſychrometers (oben S. 82), und m. A. — mit Beſtimmtheit nachweiſen die jeweilige Menge des zu verſchiedenen Zeiten in der Atmoſphäre vorhandenen Waſſers. Daß hieher gehörige Beobachtungen ſehr wichtig und daher möglichſt verallgemeinter Theilnahme werth ſind, wird einleuchten, wenn man erwägt: wie viel allein den Landwirthen und Gärtnern, ſo wie allen übrigen Gewerbtreibenden deren Arbeiten von der Witterung abhängig erſcheinen, und ebenſo denen Aerzten daran liegen muß jederzeit erſehen zu können: ob die Menge des in der Luft befindlichen Waſſers in Abnahme oder im Zunehmen begriffen iſt? Da in der Regel im erſteren Falle trockne und heitere, im lezteren hingegen feuchte und trübe Witterung zu hoffen oder zu fürchten ſteht; nicht zu gedenken der zahlreichen übrigen Fälle, in denen ſolche Vorausbeſtimmung für einzelne Menſchen (und unter dieſen insbeſondere auch für die Naturforſcher, zumal für die Aſtronomen und Meteorologen, Botaniker, Entomologen und Mineralogen, ſofern dieſelben die Natur ſelber ſchauen und die Einzelweſen in ihrer Verbundenheit betrachten und ſtudiren wollen), wie für geſellige Vereinigungen mehrerer, und ebenſo für's Volksſchaaren (z. B. für kampfgerüſtete) ꝛc. nicht ſelten unberechenbaren Werth hat; wieviel muß z. B. nicht faſt jedem Reiſenden daran liegen mit Sicherheit und ſonder Mühe ermitteln zu können: was für die nächſte Zukunft in Abſicht auf Witterung zu erwarten ſey? Folgende Erfahungsſätze mögen, ſammt der daran geknüpften Anleitung zu hieher gehörigem Beobachten, dazu dienen dieſem Bedürfniſſe: der Beſtimmung nächſt bevorſtehender trockner oder naſſer Witterung, befriedigend entgegen zu kommen:

α) Die Verdampfung tropfbarer Flüſſigkeiten, finde ſie ſtatt in (leeren, oder in Luft-erfüllten) geſchloſſenen Räumen,

oder unter freiem Zutritt der Atmoſphäre, hängt nicht, wie man ſonſt wähnte von angeblicher Anziehung der Atmoſphäre zu der tropfbaren Flüſſigkeit ab — eine Anziehung von der z. B. in der Torricelli'ſchen Leere (oben S. 34, 51) gar keine Rede ſein kann, während doch in dieſer die Verdampfung ſo gut und noch leichter von Statten geht, als in der freien oder in der abgeſperrten Luft — ſondern von der Wärme, und wenn ſie in der T.'ſchen Leere ſchneller, wie in der Guerike'ſchen (d. i. in einer durch möglichſt weit getriebenes, jedoch ſtets theilweiſes Auspumpen ſtark verdünnten Luft; oben S. 32 und 35), und in dieſer raſcher wie in der freien Luft, und in lezterer endlich in kürzerer Zeit eintritt und fortſchreitet, als in eingeſchloſſenen Gaſen (ſeyen dieſe nun atmoſph. Luft, oder andere Lüfte, oder Dämpfe) ſo liegt der Grund davon nicht in einer Anziehung der tropfbaren Flüſſigkeit zu dem höchſt dünnen Merkurdampf der T.'ſchen, oder zu der möglichſt verdünnten Luft der G.'ſchen Leere, oder zu der freien Luft, oder zu deren Vertretern in den Gas-erfüllten, abgeſperrten Hohlräumen (die, weil in ihnen die Verdampfung am langſamſten vor ſich geht, wenn ihre Gaſe am meiſten zuſammengepreßt worden, ſchon hiedurch der Annahme einer Anziehung der bezeichneten Art widerſprechen; da dieſe in dem dichteren, mehr Maſſe darbietenden Gaſe ſchneller erfolgen müßte, als in dem dünnern, während gerade das Gegentheil ſtatt hat) ſondern theils in jener Zähigkeit der Oberſchicht der Tropfbaren (oben S. 56 Anm.) welche die Möglichkeit des Siedens (S. 58) bedingt, und die um ſo wirkſamer hervortritt, und mithin um ſo mehr der Verdampfung zum Hinderniſſe gereicht, je mehr die ihr zugehörigen Theilchen von oben her zuſammengedrückt erſcheinen, d. i. je mehr ſie belaſtet ſind, theils in der Adhäſion der Gefäßwände zu der zu verdampfenden Flüßigkeit. Sind jener Gegendruck und dieſe Adhäſion einmal beſeitigt, ſo ſchreitet die Verdampfung ununterbrochen ſo lange fort, bis der durch ſie hervorgegangene Dampf ſelbſt, durch ſeinen gegen die tropfbare Flüſſigkeit gerichteten Druck, ihr Grenzen ſezt, und in dem Maaße, wie die Menge dieſes Dampfes ſich mehrt, mithin: wie die Dichte des Dampfes wächſt, verlangſamt ſich auch die weitere Verdampfung; ſo daß alſo die Verdampfungs-Geſchwindigkeiten ſich verkehrt verhalten, wie die Verdampfungs-Größen, und die zu der Umwandelung der tropfbaren Flüſſigkeit in Dampf erforderlichen Zeiten wachſen (an Dauer gewinnen) wie die Dichten des Dampfes zunehmen. Mit dieſer Zunahme der Dichte des Dampfes ſteigert ſich, weil damit die ausdehnſame Maſſe ſich mehrt, auch die Gewalt ſeines Gegendrucks, d. i. ſeine „Expanſivkraft," „Tenſion" oder Spannung. Abgeſehen von dieſer Gewalt des Gegendrucks erwächſt übrigens der Verdampfung in einem nicht gänzlich leeren abgeſchloſſenen Raum (und ein ſolcher iſt nicht darſtellbar), und ebenſo auch in der Atmoſphäre, ein anderes Hinderniß, das

ſich außerdem noch mit der Zunahme der Dichte des bereits entſtandenen, auf der tropfbaren Flüſſigkeit laſtenden Dampfes, vergrößert. Es muß nämlich jede der Oberfläche des Tropfbaren ſich entwindende nächſtkommende Dampfſchicht die ſog. Trägheit (Beharrung; oben S. 22) aller zuvor ſchon in dem Raume verbreiteten Dampfſchichten überwinden, d. h. in ihnen ſich verbreitend durch den eigenen Druck jenen der ſchon vorhandenen Dampfmaſſen wältigen, und mithin mittelſt der eigenen Ausdehnungs-Bewegung den ſchon in dem Raume vorhandenen Dampf in Bewegung ſetzen. Einige Phyſiker haben angenommen: daß hiebei nicht nur die Trägheit des ſchon vorhandenen Dampfes derſelben Art, ſondern auch jene der in dem Raume zugegen ſeyenden übrigen Gaſe (alſo in der Atmoſphäre die ihrer Lüfte und ihrer verſchiedenen, von der Artung des mittelſt der Verdampfung neu hinzukommenden Dampfes, abweichenden Dämpfe) überwältigt werden müſſe; da indeſſen: Gaſe nur auf Theile ihrer eigenen Art oder auf ſich ſelber, hingegen nicht auf jene der in demſelben Raume mit vorhandenen übrigen, von ihnen verſchieden gearteten Gaſe drücken, und mithin eine Gasart in der andern, von ihr chemiſch verſchiedenen, ſich ohne Widerſtand ſo verbreitet, als ob leztere gar nicht da und der Raum leer wäre (oben S. 33 Anm.), ſo beſchränkt ſich die Gegenwirkſamkeit jeder fremden Gasart, ſey ſie Luft oder Dampf, zunächſt nur auf den zuvor erwähnten, gegen die Oberfläche des annoch tropfbaren Flüſſigkeits-Antheils gerichteten (Zuſammendrängung der Oberflächen-Theilchen — ſ. S. 56 — vermehrte Belaſtung und damit verminderte Beweglichkeit, ſo wie erhöhte Gefäß-Adhäſion derſelben erzeugenden) Druck, dann aber allerdings auch auf die zwiſchen dem ſchon vorhandenen fremden Gaſe und dem fertig gewordenen Dampfe eintretende Adhäſions-Wechſelwirkung, der gemäß der in dem Gaſe aufſteigende und ſich darin verbreitende Dampf von demſelben mehr oder weniger an- und zuſammen-gezogen und mithin verdichtet, die dadurch aber die zur Ausfüllung des Raumes mit ſolchem Dampfe erforderliche Zeitdauer vergrößert und die Verdampfung daher verlangſamt wird, wie erſteres (das Verdichten) Schmeding's hieher gehörige Verſuche lehren (inſofern ſie darthun: daß in luftvollen begrenzten Räumen zu Stande gekommener Waſſerdampf dichter iſt, als der in der ſog. Leere erzeugte; m. Grundz. II. 474), leztere s, das Verlangſamen der Verdampfung in lufterfüllten Räumen, aber alle hieher gehörige ältere und neuere Beobachtungen bezeugen; oben S. 93. Nach und nach erfolgt übrigens jede Dampfbildung, ſey nun der begrenzte Raum von anderem Gaſe bereits voll oder daran leer; und nur in einem unbegrenzten, d. i. „unendlichen“ leeren Raume würde eine unendlich dünne, als ſolche denkbarer Weiſe keine weitere Verdünnung geſtattende Schicht einer tropfbaren Flüſſigkeit augenblicklich (oder vielmehr: in unendlich kleiner, keine Theilung als denkbar zulaſſender Zeit) in Dampf

übergehen und ſo ein Gas darſtellen: welches der ſeiner Temperatur entſprechenden Ausdehnſamkeit ſofort und ungehindert folgſam erſchiene. Beſteht hingegen, wie immer, die tropfbare Flüßigkeit aus einer endlich dünnen, weitere Dünnung oder Schichtungs-Theilung wenn auch nicht ausführbar (nicht wirklich) doch denkbar möglich zulaſſenden Schicht, ſo treten bei, während und mit der Verdampfung nothwendig folgende Wirkungs-Verhältniſſe ein:

1) es erfolgt, bei der Verdampfung im leeren Raume, im erſten Zeittheilchen: durch keinen Auſſendruck gehindertes, freies, und mithin möglichſt ſchnelles Uebergehen der Oberflächenſchicht des Tropfbaren in Gas; in dem zweiten Zeittheilchen (und ſo in jedem nächſtfolgenden): Beſchränkung der Dampfentwickelung durch den Druck des ſchon im vorhergehenden Zeittheilchen in dem Raume verbreiteten Dampf-Antheils;

2) der Druck des im erſten und überhaupt in jedem vorhergehenden Zeittheilchen (und damit in allen vorangegangenen) iſt gerichtet gegen die Oberfläche des Tropfbaren, wirkt auf dieſelben belaſtend und dadurch zuſammendrängend und die Beweglichkeit ihrer Theilchen mindernd, und nimmt zu, bei gleich bleibender Temperatur, wie die Dichte des Dampfes, bei wachſender Fühlwärme außerdem noch: wie dieſe Wärme, d. i. wie die Temperatur;

3) bei'm Verdampfen in Räumen, welche bereits vor dem Anheben der Verdampfung mit von dem Dampfe verſchieden gearteten Gaſen (z. B. mit atmoſphäriſcher Luft) erfüllt erſchienen, iſt daſſelbe gleich von vorn herein unfrei und, nach Maaßgabe des „Druckes“ und der „Adhäſion“ ſolcher fremden Gaſe, mehr oder weniger verlangſamt;

4) die Verbreitung jedes neu hinzugekommenen Dampf-Antheils in dem ſchon mit gleichgeartetem Dampfe erfüllten Raum wird nur möglich: durch Wältigung der Druckgröße oder Spannung des ſchon vorhandenen Dampfes durch die des neuhinzugekommenen, und endet, und hiemit jede weitere Verdampfung ſelbſt, ſobald beide Spannungen gleiche Größe und damit ihr der gegebenen Temperatur entſprechendes äußerſtes Maaß oder Maximum (oder Größtes) erreicht haben;

5) dieſes Maximum bleibt unverändert: der Raum, den der Geſammtdampf einnimmt, mag vor der Dampf-Aufnahme bereits von anders gearteten Gaſen erfüllt, oder hinſichtlich ſolcher Gaſe, leer geweſen ſein, und wird nicht überſchritten: ſo lange die zugehörige Temperatur (nämlich nicht nur die des Dampfes ſelbſt, ſondern auch die der unter ihm lagernden, verbliebenen tropfbaren Flüſſigkeit und der ſowohl dieſe Flüſſigkeit als den Dampf einſchließenden Raumſeiten oder Gefäßwände) keine Aenderung erleidet;

6) hat ein Dampf bei irgend einer Temperatur das Maximum

ſeiner Sprannung erreicht, ſo iſt er hiemit zugleich auch bei dem Maximum ſeiner (der Temperatur angehörigen) Dichte angelangt, und Mehrung dieſer Dichte und damit Steigerung der Spannung oder vielmehr: Uebergehen in ein neues, höheres Spannungs-Maximum, wird nur möglich: wenn, bei annoch vorhandener verdampfbarer Flüßigkeit, Temperatur-Erhöhung eintritt; wie ſolches für geſchloſſene Hohlräume Cagniard de la Tour's Verſuche (S. 64, 167 und 175 Anm.) und für die unabgeſperrte atm. Luft die Luftfeuchte-Meſſungen mit Rückſicht auf Lufttemperatur (oben S. 82) nachweiſen.

β) in tropfbaren Flüßigkeiten verdampfen (flüchtigere wie minder flüchtige) tropfbare, und der Verflüchtigung bei niederen Temperaturen fähige ſtarre Materien, Falls ſie keine merkliche Adhäſion zu ihnen beſitzen, wie ſie in der Leere verdampfen würden (d. h. ſie verbreiten ſich in ihnen, indem ſie Dampfform gewinnen, nach allen Richtungen hin, als ob der Raum leer wäre), jedoch um ſo langſamer: je dichter das den Verdampfungs-Spielraum gewährende Tropfbare iſt; weil ſie, indem ſie ſich in daſſelbe gaſig ergießen, die Cohäſion der Theilchen deſſelben und deren Selbſtbelaſtung (oder eigenen Druck), ſo weit dieſe die Cohäſion erhöhet, überwinden müſſen *). Adhärien ſie dagegen den

*) Es befinden ſich dergleichen Dämpfe innerhalb der Tropfbaren zweifelsohne, nach Maaßgabe der Höhe und Dichte derſelben, in einem mehr oder weniger gepreßten Zuſtande, hierin jener atmoſphäriſchen Luft ähnlich, welche im Waſſer, zumal im Meerwaſſer beträchtlicher Tiefen, verbreitet erſcheint. Daß ſolche Luft wirklich noch als Luft, und keineswegs als an ſich tropfbare Flüſſigkeit (oben S. 173 u. 175 Anm.) in dergleichen Waſſer zugegen iſt, dafür ſpricht unter andern folgende Fiſcher-Erfahrung: Wird ein Kabliau (Gadus morrhua) 30 oder 40 Faden tief aus dem Meerwaſſer heraufgezogen, ſo iſt er häufig ſo aufgeblaſen, daß er, oben angelangt, von der Angel ſich losmachend, nicht wieder untertauchen kann: weil ihm die zum Maule heraushängende, unten im Meere mit zuſammengepreßter Luft gefüllte: oben (bei dem hier geringeren Gegendrucke der Luft) in Folge der Ausdehnung der von ihr eingeſchloſſenen Luft ausgedehnte Schwimmblaſe ſammt einem Theil des Nahrungsſchlauches daran hindert. — Werden die Kabliaue an der Luft getrocknet, ſo heißen ſie Stockfiſche; wurden ſie eingeſalzen, ſo führen ſie die Benennung Laberdane und ſalzte man ſie ein, um ſie nachher zu trocknen, ſo nennt man ſie Klippfiſche. Aus der Leber der Kabliaue gewinnen die Isländer ein ſehr nutzbares, fettes Oel den ſog. Stockfiſch-Leber-Thran (ol. jecoris Aselli) der jedoch auch aus der Leber anderer Gadus-Arten, z. B. aus G. Molva, G. Callarias ꝛc. gewonnen wird, und in neueren Zeiten als innerlich anzuwendendes Arzneimittel auch in der Arzneikunde Bedeutung gewonnen hat; lediglich durch Sonnenwärme aus der Leber gefloſſen erſcheint er hellgoldgelb, beſizt milden Thrangeruch und milden, ſchwachthranigen Fettgeſchmack während er durch Fäulniß und Auskochen der Leber gewonnen widrig, ſcharfthranig riecht und ſchmeckt, meiſt trübe und zum Arzneigebrauch unverwendbar iſt; der erſtere führt im Handel den Namen weißer oder blanker Berger-, der leztere brauner Leberthran. Aus der Schwimmblaſe der Kabliaue fertigen die Isländer einen ſehr brauchbaren Vertreter der Hauſenblaſe oder des Fiſchleim; die Gräten benutzen ſie zur Feuerung und den eingeſalzenen Rogen verkaufen ſie, in kleine Fäßchen verpackt, zu hohem Preiſe an Franzoſen und Spanier, die damit ihre Netze beſtreichen, um Sardellen (Anſchovis) zu ködern. — Uebrigens erlangt

Theilchen des tropfbaren Verdampfungs-Mediums (S. 111), oder beſitzen oder erlangen ſie gar zu denſelben chemiſche Anziehung, ſo erfolgt ihre Verdampfung in dem Tropfbaren mit einer, im lezteren Falle kaum beſtimmbar großen Geſchwindigkeit, die, Parrot zufolge jene des Lichtes (S. 96 Anm. 99 ff.) weit hinter ſich zurückläßt; Gilberts Ann. LI. 300 ff. Hieher gehören die mit flüchtigen Oelen, Kampfer, Moſchusduft und dgl. geſchwängerten wäſſrigen, weinigen u. ſ. w. Flüſſigkeiten, die ſämmtlich die riechbare

---

man die Hauſenblaſe oder den Fiſchleim (Ichtiocolla, Colla Piscium) aus den Eingeweiden zumal aus der Schwimmblaſe verſchiedener Fiſche, in Rußland vorzüglich aus den Schwimmblaſen des vom Caspiſchen und ſchwarzen Meere aus zur Laichzeit in die Flüſſe, zumal in die Wolga, auch in Deutſchlands Flüſſen aufſteigenden Stör (Acipenser Sturio *L.* oder neueren Naturbeſchreiber zufolge Sturio Acipenser) der dort eine Länge von 24 Fuß und ein Gewicht von 200 bis 1000, ja bis 1200 Pfund erreicht, deſſen ſehr ſchmackhaftes Fleiſch durch Behandlung mit Salz und Eſſig (durch ſog. Mariniren) gegen Fäulniß geſchüzt, auch in manchen Gegenden Deutſchlands einen werthvollen Handelsgegenſtand darbietet, während ſein durch Kämmen und Waſchen gereinigter und dann eingeſalzener Rogen den beſten Caviar gewährt; feinere Sorten von Hauſenblaſe gewinnt man jedoch aus den Schwimmblaſen des Güldenſtädtſchen- und des Stern-Hauſen (Acipenser Guldenstadii und A. stellatus) die feinſte aber aus der Schwimmblaſe des Sterlet-Hauſen (A. seu Sturio Ruthenius). Der eigentliche Hauſen (A. Huso) der den Stör nicht ſelten an Größe übertrifft, deſſen Rogen ebenfalls auf Caviar, ſo wie ſein ſchmackhaftes Fleiſch in bemerkter Form benuzt wird, und deſſen Kopf, wie jener des Stör, beträchtliche Mengen nutzbaren Fiſchfettes (Thran) darbietet, liefert ſchlechtere und die des Wels oder Schaidfiſch, (Silurus glaris) die ſchlechteſten Sorten Hauſenblaſe. Die Bereitung dieſes zum Klären der Weine und ähnlicher Flüſſigkeiten, zur Darſtellung künſtlicher Gallerten (Gelée), zu verſchiedenen Holz-, Glas- ꝛc. Kitten, zur Bereitung des ſog. engliſchen Pflaſters (Emplastrum adhaesivum Wodstokii) und zur Entdeckung der Gerbſäure (d. h. als chemiſches Reagens für Gerbſäure oder ſog. Gerbeſtoff oder Tannin ꝛc. vielfach in Gebrauch genommenen Leims iſt höchſt einfach, und könnte auch in Deutſchland vortheilhaft bewirkt werden. Man wäſſert nämlich die Schwimmblaſen, unmittelbar nachdem man ſie herausgenommen, reinigt ſie, trocknet ſie ab, zieht die äußere, trübe Haut ab, rollt die innere glänzende, den eigentlichen Leim enthaltende, zuſammen, ertheilt den Rollen eine Hufeiſen-, oder Herz-, oder Köcher-förmige Geſtalt, oder läßt ſie auch ganz uneingerollt, und trocknet ſie an warmer Luft. Aus dem Schlunde und andern Eingeweide-Häuten gewinnt man ſchlechtere Sorten Fiſchleims durch Auskochen und Eindicken (Leimſieden) der ſchleimigen Flüſſigkeit. Die beſte Sorte Hauſenblaſe beſizt eine weiße, oder milchweiße, ins Gelbliche ſpielende Farbe gewährt, wenn ſie Blattform beſizt, ſogenanntes Iridiſiren (ähnlich dem Perlmutter) iſt halbdurchſichtig und ihren Einzelhäuten nach etwas zähe. Klopfet man ſie zart, zerſchneidet ſie dann, und behandelt ſie darauf in mäßiger Hitze mit dem 25fachen reinen Waſſers, ſo bleibt nur ein ſehr kleiner, 2 Prozent betragender unlöslicher Rückſtand; alles Uebrige hat ſich in dem Waſſer gelöſ't und ertheilt dieſem die Fähigkeit (Falls gegen 24 Theile Waſſer 1 Hauſenleim zugegen war) durch Erkalten zur durchſichtigen Gallerte zu geſtehen. Auch von ſchwachem Weingeiſte wird ſie in der Wärme gelöſ't. Zum Klären (Schönen oder Abklären) des Weines, Biers, Kaffe's ꝛc. dient am beſten die erwähnte wäſſerige Löſung; außerdem auch die aus feinzertheilter Hauſenblaſe und Wein bereitete. Statt derſelben pflegt man hiezu auch Eierweiß anzuwenden. — Gerbſäure-haltige Flüſſigkeiten werden von der Fiſchleimlöſung ſogleich getrübt. Mit Oxalſäure (Kleeſäure, Zuckerſäure oder Sauerkleeſäure) geht der Fiſchleim eine kryſtalliſirbare Verbindung ein; m. Grundz. I. 671.

Beimiſchung nicht als tropfbarflüſſige, ſondern als gaſige Materie enthalten; Gaſe, deren Ausdehnſamkeit (und mithin: deren Spannung), wie bei allen übrigen, um ſo größer iſt, je weniger cohärent ihre Subſtanz ſich zeigt, bevor ſie zur Vergaſung gelangte, und die daher in der Regel ſchon bei Temperaturen mehr oder weniger tief unter 0° C. Dämpfe bildet: von einer, die (gleiche Temperatur beſitzenden Waſſer- oder vielmehr) Eis-Dämpfe, weit überbietenden Spannung, und die, gemäß dieſer großen Spannung, innerhalb der Luft oder überhaupt: innerhalb anderer (vorzüglich: mit ihnen in Adhäſions-Wechſelwirkung ſtehender) Gaſe, ſich ſchon bei ſehr niederen Temperaturen mit einer Leichtigkeit und in dieſer entſprechenden Weiten verbreiten, die ſie völlig unwägbar (jedoch nicht unriechbar) macht; vergl. oben S. 102 — 107 Anm.

γ) hat ein Dampf bei irgend einer Temperatur das derſelben entſprechende Maximum ſeiner Spannung (wie ſeiner Dichte) erreicht, ſo bedarf es nur einer Minderung dieſer Temperatur, oder ſtatt deſſen: einer Einengung (Raumverminderung) um einen Theil des Dampfes, und Falls die leztere bis zum Verſchwinden des ganzen Gasraums getrieben wurde: um allen Dampf wieder in jene tropfbare oder ſtarre Materie zu verkehren (um theilweiſen oder ſämmtlichen Dampf zu der minder beweglichen Zuſtandsform zurückzuführen) aus welcher er, mittelſt der Wärme, hervorgegangen war. Wird hiebei ſolche Zuſtandsrückführung durch Dunſt-, Nebel-Thau-ꝛc. oder durch Rauch-Bildung ſichtbar, ſo nennt man ſie die Präcipitation oder Niederſchlagung der Dämpfe, und das dadurch hergeſtellte nur Tropfbare oder nur Starre (nicht Dampfig-Tropfbare und nicht Dampfig-Starre, d. h. nicht Dunſtige und nicht Rauchige) den Niederſchlag des Dampfes, oder auch ſchlechthin den Niederſchlag; wiewohl lezterer Ausdruck (in der Chemie) auch in allen Fällen angewendet wird, in welchen aus gaſigen, oder tropfbaren (näſſenden oder trocknen, warmen oder feurig gefloſſenen) Flüſſigkeiten, meiſtens in Folge der Einwirkung einer dritten Subſtanz, minder tropfbare, oder auch ſtarre, pulvrige, erdige, kryſtalliniſche, ꝛc., oder weiche, breiige u. ſ. w. Theile fallend (zu Boden ſenkend) ſich ſcheiden oder: ſich zu ſondern gezwungen werden; m. Grundz. I. 50, 137 und ausführlich in m. Einleitung in die neuere Chemie S. 115 ff. — Es laſſen ſich bei der Niederſchlagung der Dämpfe hauptſächlich zwei Fälle unterſcheiden: ſie erfolgt nämlich entweder in eingeſchloſſenen Räumen oder in der freien Luft; im erſteren Fall gewährt die Kühlung des Gefäſſes, oder ſtatt derſelben: die Einengung des eingeſchloſſenen Gaſes durch in das Gefäß zu treibende feſte Körper oder tropfbare Materien, oder die Verbindung beider Mittel: jenes der Kühlung und das der Einengung (z. B. beim Einblaſen kalter fremdartiger Gaſe, kalter atmoſph. Luft, oder durch Einſpritzen kalten Waſſers, Einſchieben

kalten Merkur's u. dgl.) das Niederſchlagungs-Mittel; im lezteren Falle bieten Abkühlung der Luft durch Kältung des unter ihr lagernden (Wärme-entſtralenden, Wärme durch Waſſerverdampfung, durch Ableitung u. ſ. w. verlierenden) Bodens, oder durch Beſchattung der über ihren niederen Schichten ſchwebenden, jeweilig die Sonne verdeckenden Wolken, ſo wie durch herzufließende, ſtrömende oder wogende kältere Luft, oder durch Aufſchnellen aus den niederen wärmeren in die höheren kälteren Räume, u. dgl. und ſeltener, das Zuſammentreiben der Wolken (bei Wolkenbrüchen; oben S. 122) und der die Gewitterwolken umgebenden Luftſchichten durch Gewitterſtürme, die Bedingungen zur theilweiſen Ausſcheidung (Niederſchlagung oder Fällung) des Waſſers dar, in beiden Fällen aber wird, wo die Ausſcheidung durch Kühlung eintrat: dem Dampfe Wärme entzogen zu Gunſten der Anwärmung der kühlenden Materie, wo ſie durch Einengung bewirkt erſchien: aus dem Dampfe Wärme frei, um jenſeits dieſer Freimachung ſtralend, mitgetheilt oder abgeleitet, in die Umgebungen überzugehen, und je größer und ſchneller hiebei die Einengung erfolgte, um ſo mehr Wärme wird frei, und um ſo fühlbarer zeigt ſich deren Entwickelung *). — Auf Verdichtung des Dampfes zur tropfbaren Flüſſigkeit

*) Preßt man in einem metallenen (mithin Wärme gut leitenden und möglicherweiſe hinreichend ſtarken) Hohlcylinder, z. B. in einem Pumpenſtiefel, mittelſt eines in denſelben einzutreibenden Stempels (oder Kolbens ſammt zugehöriger Stange, insgeſammt gewöhnlich bezeichnet durch Kolbenſtange; oben S. 51) atm. Luft zuſammen, ſo theilt ſich dem Stiefel und Stempel genau ſo viele durch das Zuſammenpreſſen frei gewordene Wärme mit, als dieſelbe Luft wieder unfühlbar bindet, wenn ſie nach beendeter Preſſung wieder frei gelaſſen wird, (Merkur, das man durch Nachgießen in den kürzeren Schenkel einer Mariotte'ſchen Röhre in den längeren lufthaltigen hinaufdrückt, gewährt dieſelben Wärme-Entwickelungen) und auf dieſem Wege könnte die Luft nur in ſofern zur Wärmungs- oder Heizungs-Quelle dienen, als man die Freilaſſung der Luft außerhalb des durch ſolche Wärme zu heizenden Raumes (Zimmers ꝛc.) erſt dann vor ſich gehen ließe, nachdem man dem Metalle die ihm zu Theil gewordene Wärme zu Gunſten der Anwärmung des Raumes entzogen hätte. Da indeſſen, man mag die Freilaſſung der Luft außerhalb des Raumes bewirken, wo man will, ſolche Luft doch immer wieder beträchtlich entwärmend wirken würde, ſo müßte man, wollte man durch Luft-Preſſung heizen (ſey es die Zimmer, ſeyen es die Kochherde ꝛc.) dafür ſorgen: 1) daß man viele Male nach einander ſchon gepreßte Luft zu gepreßter triebe, ohne daß die vorhergehend zuſammengepreßten Luftmengen, beim Aufziehen des Stempels (bewirkt: Behufs der Füllung des Stiefels mit friſcher Luft) ſich dehnend wieder zurückflößen; was ſich mittels eines geeigneten Ventiles ſammt Hahn und eines jenſeits deſſelben befindlichen, im Uebrigen nach Außen vollkommen abgeſchloſſenen, hohlen Luft-haltigen Raumes (etwa nach Art des durch Lufteinpumpung in Wirkſamkeit zu ſetzenden Heronsballes; m. Experimentalphyſ. I. 551) ziemlich leicht veranſtalten laſſen dürfte, und 2) daß die auf ſolche Weiſe gewonnene Wärme an ein die Pumpe umgebendes Waſſer abgeleitet würde, das dann, in Metallröhren vertheilt, zu den Zimmer-Wänden (und Fußböden), Kochherden, Dampfkeſſeln (und damit auch zu Dampfmaſchinen) u. ſ. w. die Preſſungswärme verbreitete, und das zugleich auch jene Waſſerdämpfe theilweiſe zu entwärmen hätte, welche, in der Luft enthalten, mit derſelben der Verdichtung unterlägen, und die, ohne tropfbar zu werden, mit einer durch die Preſſungswärme geſteigerten Spannung fortbeſtehen würden, wenn ihnen

gründet übrigens die unter dem Namen Deſtillation bekannte phyſiſche (ſog. chemiſche) Verrichtung oder Operation, und auf jene zur ſtarren Subſtanz die ſogenannte Sublimation; a. a. O. 107 ff. u. m. Grundz. I. 173, 568 ff. Gaſe (z. B. Schweflichtſäure-, Chlor-, Carbonſäure-, Hydrothian- ꝛc. Gas) die ſich durch Druck, oder durch Druck und Kälte in tropfbare oder ſtarre Materien verkehren laſſen, weichen von dem Geſetze: daß ihre Dehnſamkeiten wachſen wie ihre Dichten, erſt bei dem Punkte ab, wo ſie anfangen verdichtete Theile abzuſetzen; ſ. w. u.

δ) gewähren zweier- oder mehrerlei unter gleichem Außendrucke (z. B. unter demſelben Luftdrucke) ſtehende und gleiche Fühlwärme, z. B. 15° C. darbietende Dämpfe, bei gleich großer und in gleichen Gefäßen gleich ſchnell vollbrachter Einengung, ungleiche Temperatur-Erhöhungen, ſo verhalten ſich die durch die Einengung frei gewordenen Wärmen, wie die Temperatur-Erhöhungen, und beſtimmt man hiebei, nach Ableitung dieſer Wärme, die dadurch ausgeſchiedenen tropfbaren Flüſſigkeiten (oder ſtarren Materien) dem Maaße und dem Gewichte nach (kennt man das erſtere und zugleich das Eigengewicht oder die Dichte der Flüſſigkeit, ſo läßt ſich daraus ihr abſolutes Gewicht berechnen; a. a. O. II. 160 ff.), ſo ſezt dieſes in den Stand die Größe derjenigen Wärme zu beſtimmen, welche jede der dem einzelnen Dampfe zugehörigen Materien erfordert, damit ſie (oder vielmehr damit ein beſtimmtes Maaß oder Gewicht derſelben) unter durchgängig gleichen Bedingungen in Dampf von der bemerkten Temperatur übergehe; was dann zugleich in Rechnung nehmen läßt die, mit der auf bemerkte Weiſe gefundenen übereinſtimmende Größe derjenigen Wärme, welche der Dampf ſolcher Materie bei der erwähnten Temperatur gebunden enthält; ſ. w. u. und was mittelbar zugleich darauf hinweiſet daß nicht permanente Gaſe bei gleichen Temperaturen nicht gleiche Spannungen haben.

ε) Bereits aus dem S. 55 Bemerk. 10 Erwähnten folgt: daß, alles Uebrige gleichgeſezt, mit dem Drucke der auf tropfbaren Flüſſigkeiten laſtenden Gaſe, auch die Temperatur des Siedepunktes

nicht die Preſſungswärme entzogen würde. Solche Waſſerdampf-Preſſungswärme würde aber, bei nicht zu geringem Waſſerdampf-Gehalt der Luft, die Luftpreſſungswärme, wenn auch nicht überbieten, doch ihr der Intenſität nach nicht viel nachſtehen, und jedenfalls die Preſſungswärme erhöhen. Gelänge es dergleichen Pumpen vollkommen zweckmäßig herzuſtellen, ſo würden ſie nur anfänglich durch fremde Kräfte, z. B. durch die der Menſchen, in Bewegung zu ſetzen ſein, ſpäterhin aber ſich ſelbſt in Bewegung erhalten: mittelſt der durch ihre Preſſungswärme in Wirkſamkeit geſezten Dampfmaſchine, und dann wäre aller Brennholz-, Brennkohlen- ꝛc. Noth vielleicht für immer abgeholfen; und wüßte man nicht nur die Pumpe ſelbſt, ſondern auch den Behälter der bereits zuſammengepreßten Luft ſtets ſogleich nach der Preſſung gehörig zu entwärmen, ſo würde das dann geſammelte Luftwaſſer, ſeinem Maaße nach beſtimmt, in den Stand ſetzen: den jeweiligen Waſſergehalt der Luft auf dem kürzeſten Wege nachweiſen zu können.

von dergleichen Flüſſigkeiten wächst, und daß man mithin, vergleichenden Verſuchen gemäß, beim Sieden in offenen Gefäßen aus dem bekannten Drucke der Luft (und beim Kochen in verſchloſſenen Vorrichtungen: aus dem der mit eingeſchloſſenen Luft und der innerhalb derſelben gebildeten Dämpfe) auf die zugehörige Temperatur des Siedepunktes, und umgekehrt aus der bekannten Siedetemperatur auf die fragliche Größe des Druckes wird ſchließen können. Beiderlei Beſtimmungen ſind nicht nur in wiſſenſchaftlicher ſondern vorzüglich auch in gewerblicher Hinſicht ſehr wichtig und werden, zum beliebigen Gebrauche, vollzogen mittelſt eines Gasſpannugs-Meſſers, Elaterometers oder Elaſticitäts-Meſſers, worin jedes Barometer*) verwandelt werden kann.

---

*) Vergl. oben S. 34, 54 und 68. Wie zu jedem andern, ſo muß auch zu dem hieher gehörigen Gebrauche das Barometer nicht nur durchaus frei von Luft und von Feuchtigkeit ſein, ſondern es auch während der Dauer der Verſuche (oder der Beobachtungen) unabgeändert verbleiben. Da nun aber in jedes, auch auf das Beſte ausgekochte Barometer nach und nach, zwiſchen Merkur und innerer Glasröhrenwand, Luft und atmoſphäriſches Waſſergas, der Adhäſion zum Glaſe folgend, von dem kürzeren offenen Schenkel oder vom Gefäße aus eindringen und ſo endlich in die Torricelliſche Leere gelangen, ſo muß man ſolchem Uebelſtande gleich von vorn herein begegnen. Dieſes geſchieht, wenn man beim Gefäßbarometer unten am Glasrohr, beim Heberbarometer in dem offenen kürzeren Schenkel, etwas unterhalb des tiefſten Standes des Merkur: einen nicht zu ſchmalen Platin-Ring einküttet, oder beſſer: einſchmilzt. Merkur und Platin ziehen nämlich einander ſtärker an, als die Luft, und indem ſich alsbald dieſe gegenſeitige Anziehung bis zur oberflächigen Amalgamation des Platin ſteigert, verhindern ſie jedes Zwiſchendringen und Eindrängen der atmoſph. Luft. Ein alſo gegen das Lufteindringen geſichertes Barometer iſt der Depreſſion (S. 67) nicht nur gar nicht unterworfen, ſondern bietet vielmehr die derſelben entgegengeſezte Krümmung der in der T.'ſchen Leere befindlichen Oberfläche des Merkur-Spiegel, nämlich Hohlkrümmung deſſelben dar, ähnlich wie Waſſer (Weingeiſt, Oel ꝛc.) das in Gefäſſen ſteht, die davon nicht ganz erfüllt, oder vielmehr nicht überfüllt waren; denn in lezterem Falle bei der Ueberfüllung, ſteht es — wie Merkur in nicht metallenen, von ihm ungefüllten, an ihren Wänden (ſomit auch an ihren Innenwänden) mit einer dünnſten Luftſchicht überzogenen Behältern — mit erhaben gekrümmter, nach dem Rande hin nicht am meiſten gehobener, ſondern am ſtärkſten vertiefter Oberfläche. Zugleich geht aber aus dieſem Verhalten des Merkur in vollkommen Luft- und Waſſergas-freien Barometerröhren hervor, daß der Grund der Depreſſion in gewöhnlichen Barometern gegeben iſt: in der zwiſchen der Luft der Glasröhren-Innenwände und dem Merkur mangelnden Adhäſion; d. h. Merkur und Glas ziehen einander an, ebenſo auch Luft und Glas, aber zwiſchen Luft und Merkur iſt die Anziehung ſo gering, daß ſie nicht hinreicht, die Lage der Merkurtheilchen zu verrücken, oder: die Cohäſion der Merkurtheilchen iſt größer, als ihre Adhäſion zur Luft, die Adhäſion der Luft zum Glaſe aber größer, als die gegen das Gefäß (Glas ꝛc.) gerichtete Druckgewalt des von demſelben eingeſchloſſenen Merkur. Bei ſehr weiten Barometerröhren, bei denen die Depreſſion, der Zwiſchenluft ungeachtet, gemäß der großen Weite (gemäß des großen ¾ Zoll und wenn's ſein kann: darüber betragenden Querdurchmeſſers) der Röhre, unmeßbar klein erſcheint, ſtellt das hinreichend ausgekochte und nach dem Abkühlen luftfrei erhaltene Merkur, unterhalb der Torricelliſchen Leere, einen faſt vollkommen ebenen, horizontalen Spiegel dar, und es bedarf bei ſo weiten Röhren, außer der Correction wegen der Temperatur (S. 65) keiner weiteren Berichtigung, ſondern die Meſſung der Höhe der Merkurſäule eines dergleichen Normal-Barometers genügt ſchon. Eine ſehr zweckmäßige Anleitung zum Auskochen der Barometer hat Romershauſen

ζ) um ein Barometer in ein Elaterometer umzuwandeln, bringt man die hinſichtlich der Spannung ihrer Dämpfe zu prüfende Flüſſigkeit

---

mitgetheilt; man hängt nämlich das umgekehrte Barometer an den Haken einer an der Wand befeſtigten Holzlatte auf, den man zuvor mit wollener Schnur umwickelt hatte, ſezt ein Gefäß mit Waſſer darunter: um das Merkur aufzufangen, Falls die Röhre während des Erhitzens ſpringen ſollte, und benuzt zum Erhitzen eine Argandſche Weingeiſt-Lampe, durch deren mit Wolle ausgekleidetes Centrum man die Barometerröhre ſteckt. Zuerſt erwärmt man die Röhre gleichförmig, indem man die Lampe herauf und hinunter führt, und fängt dann mit dem Kochen von unten an. Während des Kochens ſchlägt man mit einem Hammer leiſe an die Holzlatte, um ſo das Aufſteigen der Luftblaſen zu befördern; m. Arch. f. d. ges. Naturl. VI. 502 ff. — Daniell ſah die Depreſſion des Merkur durch Auskochen des Barometers ſich um die Hälfte mindern, was beweiſet: daß ſolches von D. vollzogenes Auskochen noch bei weitem nicht alle Luft aus dem Barometer vertrieben hatte, und was es mithin zur Regel macht: das Auskochen gehörig lange fortzuſetzen. — —

Mit dem Ausdrucke Amalgamation (ſ. in dieſer Anm. w. oben) bezeichnet man übrigens die Vereinigung des Merkur mit den übrigen Metallen. Das Wort Amalgama verdeutſcht man gewöhnlich durch Quickbrei, und Amalgamiren durch Verquicken; die Verbindungen der einzelnen Metalle ſelbſt mit Merkur benennt man nach den Metallen unter Beifügung des Wortes Amalgam. Das Wort Quick oder Queck iſt der veraltete, im Niederdeutſchen jedoch noch beibehaltene Ausdruck für leichtbeweglich (und daher auch für lebensfroh, lebendig ꝛc.) daher denn auch die Benennung Queckſilber ſo viel bedeutet als leichtbewegliches oder flüſſiges Silber; wie denn die Alchemiſten wirklich vermeinten Merkur ſey ein durch Beimiſchung eines flüchtigen Stoffes verwandeltes leichtbewegliches Silber. Eben ſo verdanken die ſog. Graswurzeln (Triticum repens *Linn.*) ihre gewöhnliche Benennung Quecken, der Leichtigkeit, mit der ſie ſich im Garten- oder Ackerboden nach allen Richtungen hin verbreiten. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß ſich jedes der übrigen Metalle mit dem Merkur vereinigen laſſe — zumal: wenn man Metall und Merkur mit gehöriger Stärke andauernd entgegengeſezt elektriſirt, wie ſolches z. B. dadurch vermittelt erſcheint, daß man das zu amalgamirende Metall mit dem einen, das Merkur mit dem andern Pol einer ſog. galvaniſchen Batterie verbindet, während beide Metalle, unter Bedeckung einer wäſſrigen Salzlöſung (z. B. Kochſalzlöſung) oder einer mäßig ſtarken wäſſrig flüſſigen ſog. Mineralſäure (am beſten: ſtark verdünnten Schwefelſäure) einander berühren, oder während beide Metalle von bis zur Breiform gewäſſertem Kali überdeckt worden — indeſſen ſind bis jezt dergleichen Metall-Verbindungen nur von dem größeren Theile der Metalle bekannt, von denen diejenigen, welche geregelt beſtändiger Selbſtbegrenzung (d. i. Kryſtalliſation) fähig erſcheinen, ſchon dadurch darauf hinweiſen, daß die Amalgame Erzeugniſſe nicht der phyſiſchen, ſondern der chemiſchen Verbindung ſind. Zu den bekannteſten gehören folgende: 1) diejenige des Zink's, oder das Zinkamalgam, aus 1 Gewichtstheil ſchmelzenden Zink's und 2½ zuvor im eiſernen Löffel ſtark erwärmten Merkur's; in ſechsſeitigen Blättchen kryſtalliſirend; oder aus 5 Zink und 1 Merkur (auch unter dem Namen des Kienmayer'ſchen Amalgam's bekannt; mit Kreide und Unſchlitt oder Fett zerrieben bildet es gewöhnlich den, nach gehöriger Lufttrocknung mit Bernſteinfirniß dünne zu überſtreichenden Ueberzug des Reibzeug's der Elektriſirmaſchine; ſ. w. u.), oder aus 8 Zink und 1 Merkur, wo es dann ein ſehr ſprödes Gemiſch darſtellt; 2) das körnige (mithin kryſtalliniſche) Amalgam des Wismuth, aus 1 geſchmolzenen W. und 2 heißen M.'s, (wie es zur Darſtellung der falſchen Perlen dient; m. Grundz. I. 254) während ſehr wenig W. (nämlich ſchon 1/8000) das M. ſogar etwas dünnflüſſiger macht und deßhalb betrüglicherweiſe zur Verfälſchung des Merkur verwendet zu werden pflegt; indeſſen läßt ſich ſolche Fälſchung ſchon dadurch leicht erkennen, daß ein dergleichen Merkur mit atm. Luft ein ſchwarzes Pulver bildet und ausſtößt, das aus feinzertheiltem Wismuthamalgam und Wismuthſuboxyd beſteht; 3) das ſchon in der Kälte herſtellbare,

über den Merkurſpiegel des Barometergefäßes, zieht dann deſſen Oeffnung zu einer engen Spitze aus, erhizt es vorſichtig und erhält

---

weiße, körnige des *Kadmium*, aus 78,26 (oder 2 ſogen. chemiſchen Atomen oder Miſchungsgewichten ſ. w. u.) Merkur und 21,74 (oder 1 Atom) Kadmium; 4) das, heiß, wie jenes des Zink's, zu bereitende des Zinn's aus 1 geſchmolzenen Zinn und 5 Merkur, das erkaltend in Würfeln anſchießt, während das in der Kälte aus gewalztem Zinn (*Stanniol*; a. a. O. I. 253) und darüber gegoſſenem Merkur dargeſtellte, gegen Spiegelglas gedrückt, ein demſelben ſtark anhaftendes weiches Amalgama, den ſogenannten *Spiegelbeleg*, d. i. die Metallfolie der Glasſpiegel gewährt; 5) jenes des *Blei's* (bereitet wie das des Wismuth) aus 1½ Gewichtstheilen Blei und 1 Merkur: feſte glänzend metalliſchweiße Kryſtalle; bei größeren Zuſätzen des Merkur: *flüſſig*. Bringt man 1 Blei, 1 Wismuth und 3 Merkur zuſammen, oder reibt man feſtes Blei- und feſtes Wismuth-Amalgam unter einander, ſo wird alles — *unter Kälte-Erzeugung* — flüſſig; m. Grundz. I. 170; 6) das des *Stib* (Antimon, Spießglanz oder Spießglas) aus 1 geſchmolzenen St.'s und 5 heißen M.'s: weich, körnig und zinnfarben; 7) jenes in der Natur ſchon fertig vorkommende, bis zum Verſchwinden der Kernflächen entkantete Würfel (d. ſ. Rauten-Dodekaëder a. a. O. S. 69) darſtellende des *Silbers*, das die Geſteinforſcher (Mineralogen) auch ſchlechthin *natürliches Amalgam* nennen, und das 8) des *Goldes*, das man gewinnt, indem man glühende Goldbleche in erwärmtes Merkur wirft. Lezteres Amalgam enthält gegen 1 Gold 6 Gewichtstheile M. und kryſtalliſirt in gelblichweißen 4ſeitigen Säulen, die behutſam erhizt, ſo daß das M. abdeſtillirt, gleich dem auf ähnliche Weiſe behandelten Silberamalgam, das zuvor amalgamirt geweſene Metall (das Gold oder das Silber) in Dendritenform zurücklaſſen; 9) jenes des *Kupfers* (bis hieher nur mittelſt von Außen her verſtärkter und andauernd erneuter, entgegengeſezter Elektriſirung, am beſten der galv. Batterie) darſtellbar: feſte, die Form des Kupfers, z. B. die Drathform, beibehaltende, durch und durch metalliſch-weiße, biegſame Maſſe, der Farbe nach dem Silber ähnelnd; 10) das des *Eiſens*, das ſich in gleicher Weiſe ſehr weiß und ſehr biegſam zu Stande bringen läßt, wiewohl es auch ganz unmittelbar, indem es bei Glühtemperatur von Merkurdämpfen beſtrichen wird, ſich bildet. Werden übrigens dieſe und die übrigen Amalgame, in zuvor bemerkter Weiſe galvaniſch gewonnen, ſo erſcheinen ſie auch darum im ausgezeichneten Grade vollendet, weil ihre Elektriſirung, indem ſie die ſämmtlichen Theilchen eines und deſſelben Kupfer- oder Eiſen- ꝛc. Drathes mit einem und demſelben E (d. i. mit derſelben Elektricität) unter ununterbrochen andauernder Erneuerung ladet, mittelſt der dadurch zwiſchen den Metalltheilchen nothwendig erfolgenden *elektriſchen Abſtoßung*, der Cohäſion dieſer Theilchen entgegen, und damit zugleich für die zu ihrer mit den Merkurtheilchen (kraft der entgegengeſezten Elektriſirung beiderlei Arten von Theilchen erregten elektriſchen Anziehung) zu erlangenden elektriſche-chemiſchen Durchdringung, weil ſie die Beweglichkeit der Theilchen erhöhet, förderlich wirkt. Das Merkur gewinnt übrigens bei dieſen und ähnlichen Verbindungen mit unter in ſo hohem Grade an Feuerbeſtändigkeit, daß der bei den Alchemiſten häufig vorkommende Wahn: als laſſe ſich das *Merkur* (für ſich) *fixiren*, erklärbar wird, wenn man erwägt: daß es von manchen Metallen und verwandten Stoffen nur ſehr geringer Zuſatzmengen bedarf, nicht nur um dem Merkur ſeine Flüſſigkeit zu benehmen, ſondern auch um es ungewöhnlich feuerbeſtändig darzuſtellen. Denn während z. B. Merkur durch Schütteln mit *Eiſenchlorid-Löſung*, oder ſtatt derſelben mit der wäſſerigen Löſung des ſog. *mineraliſchen Chamäleon* (baſiſchmanganſauren Kali) ſogleich Zähflüſſigkeit oder Steifheit erlangt (wahrſcheinlich: indem es etwas Oxygen aufnimmt), findet es ſich in dem erwähnten blendend weißen Eiſenamalgam, und ebenſo 11) in dem *Platinamalgam* in ſolchem Maaße innig gebunden, daß es der Rothglühhitze bedarf um beide Metalle (Merkur und Eiſen, oder Merkur und Platin) wieder von einander zu ſcheiden, und das flüchtigere Merkur vom ſehr feuerbeſtändigen Eiſen oder Platin abzudeſtilliren. Das *Platinamalgam* läßt ſich in *feſter* Form am

dadurch die Flüſſigkeit ſo lange im Sieden, bis man anzunehmen ſich berechtigt hält: daß alle atm. Luft aus derſelben vertrieben worden, und ſchmilzt nun die Spitze (an der Weingeiſtlampenflamme) zu. Nach dem Erkalten würde nun, da die äußere Luft nicht mehr auf das Merkur zu drücken vermag, dieſes in dem längeren Schenkel ſinken und mit dem im Gefäße oder kürzeren Schenkel befindlichen Merkur im Spiegel-Gleichflächung (oder in's Niveau) kommen müſſen; allein dieſes erfolgt nicht, weil, ſtatt der ausgeſchloſſenen atm. Luft jezt Dampf der zuvor erhizten Flüſſigkeit über dem Merkur des kürzeren Schenkel's, der ſeiner Temperatur entſprechenden Spannung gemäß, laſtet. Um dieſe Temperatur jedoch genau beſtimmen zu können, iſt es zweckmäßig: ein kleines Thermometer, mit an der Röhre eingeäzter Scale, in den kürzeren Schenkel einige Linien über der tropfbaren Flüſſigkeit zu tauchen, und ſo während deren Siedung ſchwebend aufzuhängen, nach dem Sieden aber an den offenen Rand der ausgezogenen Spitze ſo einzuſchmelzen, daß es mit ſeiner Kugel in dem Dampfe ſenkrecht hinabreicht, während der größere Theil ſeiner Röhre zu der luftdicht angeſchmolzenen Spitze ſenkrecht hervorragt. Hat nun die *Torricelli*'ſche Leere, und ebenſo auch der Dampf-erfüllte Raum im kürzeren Schenkel, die gehörige Länge (ſo daß alſo dem auf oder nieder zu bewegenden Merkur der erforderliche Spielraum bleibt) ſo kann man an dem Höhenunterſchiede der beiden Merkurſäulen (der des kürzeren Schenkels abgezogen von jener des längeren) die der am Thermometer erſehbaren Temperatur entſprechende Spannung der Dämpfe meſſen, und Falls z. B. die Höhe des Merkur im längeren Schenkel, nach Abzug jener des Merkur des kürzeren Schenkels 28 Zoll beträgt, ſo drückt der im lezteren eingeſchloſſene Dampf gerade ſo viel gegen das Merkur, wie im offenen Barometer (an Meeresfläche) die Luft, und die Spannnng ſolchen Dampfes iſt dann gleich *einer* Atmoſphäre, und die ſolcher Dampf-Spannung zugehörige Temperatur iſt dieſelbe, die erfordert wird, wenn die Flüſſigkeit (an Meeresfläche) in offenen Gefäßen zum Sieden gebracht werden ſoll *). War die Flüſſigkeit alſo *Waſſer*, ſo wird

---

kürzeſten gewinnen auf dem beſchriebenen galvaniſchen Wege, ſonſt aber auch durch Zuſammenreiben von ſog. *Platinſchwamm* (Platinſtaub, wie er z. B. zurückbleibt wenn man Platinſalmiak ausglühet; m. Grundz. I. 181) mit heißem Merkur, oder durch Kochen von geſchmiedetem oder gewalztem und gehämmertem Platin (*Blatt-Platin*, an Dünne dem bekannten *Blatt-Golde* ähnlich) mit Merkur; *Gold-* und ebenſo *Silber-* und *Platin-Amalgame* werden häufig zu dauerhaften Metallüberzügen, zu heißen *Vergoldungen*, *Verſilberungen* und *Verplatirungen* benuzt; m. Grundz. I. 246 ff. II. 427. Ein gemiſchtes Amalgam iſt 12) das ſogen. *Muſchelſilber*, oder unächte Malerſilber aus Zinn, Wismuth und Merkur, 13) das *abgeänderte Kienmayerſche Amalgam*, aus 1 Zinn, 1 Zink und 2 Merkur, mit oder ohne Zuſatz von etwas Silber ꝛc.; m. Experimentalphyſik 2. Aufl. I. 466.

*) Da gewöhnliche Barometerröhren im längeren Schenkel für Spannungen, welche vermehrfachten Atmoſphären entſprechen, nicht Spielraum genug gewähren, ſo benuzt man zu ſolchen Verſuchen ſehr lange und oben, am längeren Schenkel, *offen* blei

dieſes bei der Temperatur von 100° C. (des in den kürzeren Schenkel hinabreichenden Thermometers) einer Merkurſäule von 28″ 1‴ (über dem Spiegel des Merkur des kürzeren Schenkels) im längeren Schenkel das Gleichgewicht halten, und jede Erhöhung der Temperatur des Waſſerdampfes im kürzeren Schenkel wird eine verhältnißmäßig über 28″ 1‴ hinausgehende Hebung des Merkur im längeren Schenkel zur Folge haben; wie man denn auf ſolche Weiſe dem Waſſerdampf durch Erhitzen bis zu 224°,2 C. eine Spannung gleich 24 Atmoſphären ertheilt, die Spannungen bei noch höheren Temperaturen aber berechnet hat. Wiewohl überhaupt keine von denen bisher für dergleichen Berechnungen aufgeſtellten Regeln (Formeln) Ergebniſſe gewähren, welche ſich den Beobachtungen genau anſchließen, ſo iſt doch die von Evan aufgefundene hieher gehörige Regel: die Spannung verdoppele ſich, wenn die Temperatur um 16° ⅔ C. wachſe, Egen zufolge (m. Grundz. II. 473 ff.) für eine Temperatur von 80° C. beiläufig richtig; unter derſelben bedarf es hingegen einer geringeren, über ihr einer größeren Wärmezunahme, um jene Verdoppelung eintreten zu machen. Es iſt indeſſen nicht blos die Vermehrung der Wärme, wodurch die Spannung der Dämpfe erhöhet wird, ſondern zugleich auch die Vergrößerung der Dichte des Dampfes (Falls unterhalb deſſelben noch unverdampfte Flüſſigkeit vorhanden), entſprechend der mit der Wärme-Vermehrung eintretenden weiteren Dampfbildung, der zufolge eine ſehr mäßige Temperatur-Erhöhung darum die Spannung ſehr beträchtlich zu vergrößeren im Stande iſt, weil nur ein kleiner Theil der mitgetheilten Wärme zu ſolcher Temperatur-Steigerung verwendet, der andere hingegen zu neuer Dampferzeugung gebunden und damit der Wahrnehmung entzogen wurde; wie denn Erfahrungsgemäß unter 0° C eine Steigerung der Temperatur um 10° die Spannung des Eisdampfes *) nur um 1,33 mm (um 1 und 33/100

---

bende Röhren, wo dann dem Dampfe nicht nur das Gewicht der Merkurſäule des längeren Schenkels oberhalb des Merkurſpiegels im kürzeren Schenkel, ſondern auch der Druck einer Atmoſphäre entgegenwirkt, und wo man dann durch Zugießen von Merkur ſolche Gegenwirkung beliebig zu erhöhen vermag.

*) Um die Spannung des Waſſerdampfes bei Temperaturen unter 0° C., alſo die des Eisdampfes zu meſſen, füllt man eine am zugeſchmolzenen Ende, um beiläufig ⅕ von ihrer Geſammtlänge etwas abwärts (alſo unter einem nach unten geöffneten etwas ſpitzigen Winkel) gebogene, von der Belegung an mindeſtens noch 50 Zoll lange Barometerröhre mit Merkur, kocht ſie dann gehörig aus, und trägt nun, nachdem ſie hinreichend abgekühlt, ſehr wenig ſie vollkommen füllendes nahe ſiedend heißes Waſſer nach, verſchließt dann das mit Waſſer überfüllte Ende mittelſt eines ebenen Porzellan- oder Glas-Plättchens, das man mit dem Daumen der rechten Hand gegen das Waſſer drückt, während man mit der linken die Röhre hält, kehrt ſie nun um, bringt das annoch durch die Platte verſchloſſene Ende unter ebenfalls ausgekochtes, annoch warmes Merkur einer offenen ſtarken Porzellan- oder Eiſen-Wanne, zieht nun innerhalb des Merkur dieſer Wanne die Platte weg, und feſtigt die Röhre durch ein Stativ ſo, daß es genau ſenkrecht ſteht. Jezt bringt man dieſer Röhre zur Seite eine zweite dergleichen Torricelliſche Röhre ebenfalls in ſenkrechter Stellung

Millimeter d. i. um etwas über ½ pariſ. Linie) Höhe der Merkurſäule im längeren Schenkel des Barometers zu ſteigern vermag, während, wie nachfolgende Tafel der Waſſerdampf-Spannungen darthut, eine Erhöhung der Temperatur von 214°,7 C. bis zu 224°,2 C. über 0° C. (in einem Dampfkeſſel über annoch verdampfungsfähigem Waſſer) die Spannung um volle 4 Atmoſphären, d. i. um 4mal 28″ 1‴ (oder um 112 pariſer Zoll und 1 Linie) Merkurhöhe wachſen macht:

Temperatur-Grade der 100theiligen Thermometerſcale. (Vergl. oben S. 54 ff.)	Spannung des Waſſerdampfes, ausgedrückt in Millimetern, deren 27,06996 auf 1 Pariſer Zoll und mithin 760,21447 auf 28″2‴ Par. geben.	Temperatur-Grade, nach C.	Spannung des Waſſerdampfes, ausgedrückt in gemeſſenen Atmoſphären.
— 20° C.	1,33 mm	+ 100° C.	1
10	2,63	121,4	2
0	5,06	135,1	3
+ 10	9,47	145,4	4
20	17,31	153,1	5
30	30,64	160,2	6
40	53,00	166,5	7
50	88,74	172,1	8
60	144,66	177,1	9
70	229,07	181,6	10
80	352,08	200,5	15
90	525,28	214,7	20
100	760,00	224,2	24
			ausgedrückt in berechneten Atmoſphären.
		226,3	25
		236,2	30
		252,55	40
		265,89	50

Erhizt man ein nur Dämpfe (einer oder der anderen Art von tropfbarer Flüſſigkeit) enthaltendes Elaterometer-Gefäß, ſo ſtimmen die Dämpfe verſchiedengearteter Flüſſigkeiten darin mit den Waſſer-Dämpfen nahe überein: daß über jenen Punkt erhizt, bei welchem die

---

an, die aber oberhalb ihres Merkur in der Leere kein Waſſer enthält, ſondern einem wirklichen Barometer gleicht; das Merkur in dem erſteren, innerhalb ſeiner T.'ſchen Leere etwas Waſſer enthaltenden Röhre wird beträchtlich niedriger ſtehen, als es der ihm durch das Waſſer gewordenen Belaſtung gemäß ſollte, und auch dann, wenn man das Waſſer-enthaltende Röhren-Ende mittelſt kalt machenden Gemiſchen zum Gefrieren gebracht hat, ſo wird dennoch, wenn man die Merkurſtände beider Torricelliſchen Röhren vergleicht, der Stand der Eis-haltigen merklich tiefer ſein, als er ſeiner Eisbelaſtung zufolge ſich zeigen müßte, und auch wenn man das ſchon gebildete Eis um viele Grade unter 0° C. gekältet hatte, wird dennoch die darunter befindliche Merkurſäule eine Verkürzung zeigen, die um ſo geringer wird, je heftiger die Kälte, die aber auch bei einer dem Gefrieren des Merkur nahe kommenden tiefen Temperatur noch nicht verſchwindet; der Grund dieſer Verkürzung iſt offenbar gegeben in der Spannung des in der T.'ſchen Leere befindlichen Eisdampfes. Bei — 19°,39 C. beträgt dieſe Spannung noch 1^{mm},353.

ihnen zugehörigen tropfbaren Flüſſigkeiten ſieden würden, ſie in einem Maaße an Spannung gewinnen, welches ſich dem des in Erhitzung befangenen Waſſerdampfes ziemlich nähert, iſt hingegen in dem Elaterometer-Gefäß, außer dem Dampfe noch tropfbare Flüſſigkeit zugegen, ſo ändert dieſe, indem ſie ſelber zu verdampfen fortfährt und dabei ein ihrer Eigenthümlichkeit entſprechendes beſonderes Wärmebindungs-Vermögen entwickelt, jenes Spannungs-Geſetz des Waſſerdampfes mehr oder weniger, jedoch ſelten ſehr merklich ab, ſo daß man, abgeſehen von dieſen kleinen Abweichungen bei Temperaturen, bei welchen die Dämpfe keine chemiſchen Veränderungen erleiden, ohne beträchtlich zu irren, obige Spannungs-Tafel auch für Dämpfe von dergleichen Flüſſigkeiten in Anwendung bringen darf, wie folgende Beiſpiele zeigen mögen: Merkur ſiedet bei 340° C. (oben S. 62), die Spannung ſeiner Dämpfe wird mithin bei Temperaturen zwiſchen 240 bis 340° jener der Waſſerdämpfe zwiſchen 0° und 100° nahe gleich kommen, bei 140° hingegen nur der des Eisdampfes von — 100° ähnlich und damit unmeßbar klein, bei 0° aber vollkommen verſchwindend ſein, was eine außerordentlich weit getriebene Verdünnung der Merkurdämpfe z. B. jener in der Torricelliſchen Leere ſchon bei den gewöhnlichen Temperaturen vorausſezt und mithin erklärt, warum Gay Luſſac durch Compreſſion des Dampfes dieſer Leere keine Wärme-Freimachung wahrnahm (oben S. 45 Anm.) Noch viel beträchtlicher muß aber die Minderung der Spannung und mithin auch die der Dichte der Dämpfe werden, wenn es ſich von Materien handelt, die ſehr hohe Schmelz- und noch weit höhere meiſtens bis zur Weißgluth reichende Siedepunkte haben, z. B. Kupfer, Eiſen, Zinn (deſſen widriger Geruch ſich jedoch erſt nach Einwirkung thieriſcher Theile auf das Metall entwickelt ꝛc. a. a. O.), und dennoch vermögen wir dergleichen Dämpfe ſchon bei Temperaturen zu riechen, die bei weitem noch nicht die Siedhitze des Waſſers erreichen; wie erregbar und wie beweglich muß mithin unſer Geruchsorgan (oben S. 102 Anm.) ſein! Nach Dulong und Petit fällt übrigens der Siedepunkt des Merkur bei 360° C. oder bei 350° C. des für die Ausdehnung des Glaſes berichtigten Luftthermometers. Pl. Heinrich ſah Merkur bei 356° C., Dalton bei 349°, Chrichton bei 346° und Andere ſahen es gar ſchon bei 315° C. ſieden. Dieſe Abweichungen rühren wahrſcheinlich hauptſächlich von der nicht vollkommenen Uebereinſtimmung der hiebei angewendeten Wärmemeſſer, dann aber auch wohl von ſehr kleinen ungleichen fremdartigen metalliſchen Beimiſchungen des Merkur her. — Da goldene Ringe, Uhren ꝛc. in der Luft der Merkurbergwerke (Gruben) ſich verquicken, und da anhaltend mit Bildung von Spiegelbeleg beſchäftigte Perſonen nach und nach an Krankheiten leiden, wie ſie der Genuß oder das Einreiben von Merkurarzneien im Gefolge hat, und da Merkur mitunter in der Torricelli'ſchen Leere ſichtbar ſublimirt, ſo unterliegt die erfahrungsmäßige Verdampfbarkeit

deſſelben bei niederen Temperaturen keinem Zweifel; m. Archiv f. d ges. Naturl. VII. 471 *).

Ferner: Alkohol (d. i. möglichſt entwäſſerter Weingeiſt) ſiedet bei 78°,4 wo alſo die Spannung ſeines Dampfes dem Drucke einer Atmoſphäre das Gleichgewicht hält und mithin einem Dehndruck (Spannung) von 760 ^{mm} entſpricht. Der vorhergehenden Tafel (S. 196) über die Spannung der Waſſerdämpfe gemäß ſollte nun, indem man in der Tafel ſtatt 100° C. (Siedhitze des Waſſers) 78°,4 C. ſezt und entſprechend alle übrigen Tamperaturen ändert, die Spannung des Alkohldampfes bei 38°,4 — d. i. bei einer Temperatur-Minderung von 40° — der Spannung des Waſſerdampfes (von 100° C weniger 40°, alſo) von 60° d. i. der von 147,66^{mm} gleichkommen, die Beobachtung gibt jedoch nur 124,8^{mm}; wahrſcheinich: weil der Alkohol nicht durchaus waſſerfrei war und bei Temperaturen unter ſeiner Siedhitze die Anziehung zu dem Waſſer beträchtlich von jener bei Siedhitze abweicht **). — Kennt man nun die Siedepunkte der verſchiedenen Materien, ſo läßt ſich mit annähernder Sicherheit, nach Anleitung der lezt erwähnten Tafel, auch die Spannung ihrer Dämpfe bei verſchiedenen Temperaturen beſtimmen; folgende Tafel iſt dazu beſtimmt die Siedepunkte bei einfachem Atmoſphärendruck (d. i. bei 28″ Bar.) nachzuweiſen. Es ſiedet:

*) Avogrado zufolge (Poggendorffs Ann. XXVII. 60—80) zeigt nachſtehende Tafel die Spannungen der Merkurdämpfe bei Temperaturen unter 360° C.:

Temperatur.	Spannungen der Merkurdämpfe		Temperatur.	Spannungen der Merkurdämpfe	
	in Atmoſphären von 0^{m},76.	in Millimetern der Merkurſ.		in Atmoſphären von 0^{m},76.	in Millimetern der Merkurſ.
100° C.	0,00004	0,03	230° C.	0,07633	58,01
110	0,00009	0,07	240	0,10349	78,65
120	0,00022	0,16	250	0,13655	103,78
130	0,00047	0,35	260	0,17582	133,62
140	0,00096	0,73	270	0,22145	168,30
150	0,00188	1,43	280	0,27355	207,90
160	0,00343	2,61	290	0,33225	252,51
170	0,00603	4,58	300	0,39780	302,33
180	0,01015	7,71	310	0,47073	357,75
190	0,01638	12,45	320	0,55181	419,38
200	0,02539	19,30	330	0,64261	488,38
210	0,03790	28,80	340	0,74523	566,37
220	0,05466	41,54	350	0,86286	655,77
			360	1,00000	760,00

**) Welche Aenderungen in den Siedepunkten der Flüſſigkeiten durch verſchieden gartete Beimiſchungen hervorgebracht werden, zeigt ſehr auffallend das durch Chlor-Verſchluckung aus ölbildendem Gaſe erzeugte ſchwere flüchtige Oel; während es nämlich für ſich bei 82°,46 C. ſiedet, kommt es, wenn ihm Waſſer beigemiſcht iſt, gar nicht zum Sieden, ſondern es verdampft dann, während das Gemiſch nicht über 75°,6 C. heiß wird, die eine Flüſſigkeit in der anderen, wie in einer Leere.

Schweflichtſäure	. . . . . .	bei — 10° C.
Hydrochloräther (leichter Salzäther)	. .	— + 12,5
Azotichtſäure-Naphtha (Salpeteräther)	.	— „ 21
Hydrokyanſäure (Blauſäure)	. . .	— „ 26,5
Aether (Schwefeläther)	. . . . .	— „ 35,66
— Weinölſulphat enthaltender?	. .	— „ 39
Mercaptan	. . . .	— „ 36,5
Anthrathion (Schwefelkohlenſtoff)	. .	— „ 42
— Schwefel-haltiger	. . .	— „ 46,6
Brom	. . . .	— „ 45
Petrol (Petroleum oder Bergöl)	. . .	— „ 85,5
Chloräther (ſchwerer Salzäther)	. .	— „ 112,5
Bittermandelöl, reines (Benzoyl-Hydrür)	.	— „ 130
Kartoffelfuſelöl	. . . . . .	— „ 131,5
Terpentinöl	. . . .	— „ 157
— gewäſſertes	. . .	— „ 100—150
Jod	. . . .	— „ 180
Kreoſot	. . . .	— „ 202,5
Süßes Weinöl (Aetherin-Carbür?)	. .	— „ 280
Kampfer	. . . . . .	— „ 284
Phosphor	. . . . . .	— „ 288
Schwefel	. . . . . .	— „ 293
Vitriolöl von 1,80 Eigengewicht (Schwefelſäure-Hydrat)	. . . . .	— „ 285
— von 1,85 Eigengewicht	. . .	— „ 326

In welchem Verhältniß der Siedepunkt der Flüſſigkeiten ſich niedrigt, wenn der Druck der Luft gemindert wird, läßt ſich ebenfalls aus der Tafel über die Spannung der Waſſerdämpfe leicht bemeſſen; bei einer Minderung dieſes Druckes bis zu 88,74 mm wird z. B. **Waſſer** ſchon bei 50° C., und **Alkohol** ſchon bei 68°,4 C. ſieden, wenn der Luftdruck bis zu 525,28 mm und bei 18° C. Falls der Luftdruck bis zu 53 mm vermindert worden war. — Es beruhet hierauf das **thermometriſche Höhenmeſſen**; oben S. 58 *).

*) Schmilzt man eine Barometerröhre von etwa 6 — 8 Zoll Länge an dem einen Ende über, mittelſt eines Handblaſebalgs angefachtem Kohlenfeuer zu, (über das man das Ende der Röhre in ſchiefer Richtung hält und dreht), zieht hierauf das offene Ende zu einer Spitze aus, die man oben abbricht, erhizt ſie dann, und taucht nun das engmündige Spitzenende in heißes Waſſer, ſo ſteigt dieſes (vom äußeren Luftdruck getrieben) allmälig in die Röhre; iſt dieſe auf ſolche Weiſe zur Hälfte gefüllt, ſo zieht man ihr Spitzende aus dem Waſſer, kehrt ſie um, trocknet ſie ab, und erhizt ſie über Kohlenfeuer bis zum Sieden des Waſſers, worin man dieſes hierauf ſo lange erhält, bis man annehmen darf, daß alle Luft (theils in Folge der Erhizzungs-Ausdehnung, theils gemäß ihrer Adhäſion zum mit entweichenden Waſſerdampfe, oben S. 184) aus der Röhre entwichen iſt. Jezt ſchmilzt man die Spitze zu, während man zugleich die Röhre vom Feuer entfernt, und hat nun in dieſer ungefähr zur Hälfte mit Waſſer, zur andern Hälfte mit Waſſerdampf gefüllten, keine Luft enthaltenden, an beiden Enden hermetiſch verſchloſſenen Röhre eine Vorrichtung,

Jedoch geht ſchon aus dem Vorhergehenden hervor, daß das eigentliche Sieden gänzlich aufhören und die ganze Dampfentwickelung ſich auf Verdampfen der äuſſerſten Oberflächenſchicht beſchränken muß, ſobald die (das Verdampfen und Sieden verlangſamende) Spannung des über der Flüſſigkeit laſtenden Gaſes (z. B. des in luftleeren Gefäßen über dem Waſſer befindlichen Waſſerdampfes) geringer iſt, wie die Macht des Zuſammenhangs der Oberfläche und die Temperatur niedriger: wie die zur Aufhebung der Adhäſion der Flüſſigkeits-Theilchen zu den Gefäßwänden und der Cohäſion unter ſich erforderliche Wärme; weßhalb denn auch in der zuvor (unten in der Anm.) beſchriebenen Vorrichtung Waſſer bei 0° C. nicht ſiedet.

η) Aus einer Flüſſigkeit entwickelte Dämpfe haben ſtets die Temperatur der Flüſſigkeit, und jene Wärme, welche ſie zu ihrer Dampfwerdung forderten und der Flüſſigkeit und dadurch den Umgebungen entzogen, iſt an ihnen nicht thermometriſch beſtimmbar, ſondern, weil ſie gebunden, unfühlbar; ſ. oben S. 195; das Maximum der beim Verdampfen in der Luft eintretenden Verdampfungskälte tritt ein: wenn die von den Dämpfen gebunden werdende Wärme gleich iſt: 1) jener, welche die Luft verliert, um ſich mit den Dämpfen in Abſicht auf Temperatur und Druck in's Gleichgewicht zu ſetzen, und 2) derjenigen (geringfügigeren) welche die Umgebungen der in Verdampfung befangenen Flüſſigkeit wieder zu ſtralen; oben S. 96. In dem Maaße wie man eiskaltes Waſſer am Verdampfen hindert, vertieft man auch die Temperatur ſeiner Erſtarrung; oben S. 168 ff. Im Verhältniß wie die Oberfläche der verdampfenden Flüſſigkeit beim Verdampfen eine Temperatur darbietet, die jener näher rückt, welche die Luft zeigen würde, wenn ſie mit Dampf gleicher Art (beim Waſſer-Verdampfen alſo mit Waſſerdampf) geſättigt wäre, um ſo mehr mindert ſich das Verdampfen und ſo langſamer ſchreitet die Verdampfung fort; oben S. 183. In völlig trockner Luft würde Waſſer durch ſeine eigene Verdampfung bei + 8° C. zum Gefrieren gebracht werden können, in gewöhnlich feuchter Luft bei + 2° C. Sauſſure umhüllte eine Thermometerkugel mit naſſem Badeſchwamm und ſchwenkte nun das Thermometer auf dem *Col de Géant* (10578 par. Fuß über Meeresfläche) in der

---

in der ſich das Waſſer bei ſehr geringer Anwärmung zum Sieden bringen läßt, ſobald man nur veranſtaltet: daß, während der untere Waſſer-haltende Theil erwärmt, der obere dagegen abgekühlt wird, um ſo den Raum über dem Waſſer ſtets mit einem Dampfe von möglichſt geringer Spannung bedeckt zu erhalten. Hatte man hiezu ein ſog. Glasphiole oder einen Glaskolben gewählt, wie ihn die Chemiker gebrauchen, ſo daß alſo der untere Theil beträchtliche Weite beſizt, und viel Waſſer faßt, und taucht man dann den hermetiſch verſchloſſenen, angewärmten Kolben in kaltes Waſſer unter, ſo fängt das im Kolben befindliche Waſſer heftig an zu ſieden; weil dieſes ſeiner Menge wegen nicht ſchnell erkaltende Waſſer annoch warm bleibt, während die über ihm befindlichen und entſtehenden Dämpfe, in Folge der Abkühlung, ſich ſogleich verdichten.

dort beträchtlich dünnen und ſehr trocknen Luft; das Thermometer fiel von + 10° C. bis auf — 9°,3 C. Gay Luſſac umgab einen Luftpumpe-Recipienten (eine unten eben geſchliffene, ſtarke Glasglocke) mit einem Kälte erzeugenden Schnee und Salz-Gemenge, während unter demſelben von Waſſer umgebenes Merkur ſtand, und die von ihm eingeſchloſſene Luft durch Auspumpen andauernd möglichſt verdünnt wurde, und das Merkur kam zu Erſtarren. Sorgt man dafür, wie Leslie that, daß hiebei der Waſſerdampf durch Schwefelſäure (Vitriolöl) fortdauernd verſchluckt wird, ſo gelingt der Verſuch noch ſchneller, wie ich ſelber zum Oeftern und in Zimmern erfahren haben, welche von 140 bis 150 Zuhörern erfüllt waren. Um auf ſolchem Wege Eis (oder Eis-haltige Speiſen, z. B. ſog. Gefrornes) zu bilden, bedarf es, bei Benutzung des nicht rauchenden Vitriolöl's hiezu nicht einmal der Luftpumpe, ſondern es reicht hiezu, ſo wie zu allen Waſſer-, (Weingeiſt- oder Aether-) „Verdampfungen in der Kälte“ ſchon hin, wenn man den Recipienten, nachdem man ihn mäßig erwärmt hatte, auf einen dünnen Ring von Kautſchuk ſezt, der auf den das Verdampfungs-Gefäß und das Vitriolöl tragenden Teller gelegt worden. Man drückt dann den Rand des Recipienten feſt gegen den Kautſchuk-Ring und hebt ihn erſt wieder ab, wenn zur Beendigung der Abdampfung Erneuerung des Vitriolöls nöthig iſt. Sezt man ein etwas Waſſer (nach Auguſt beſſer Aether; m. Grundz. II. 297) enthaltendes hohes dünnes Cylinderglas in ein ähnliches, wenig weiteres, in das man zuvor wenig Merkur gegoſſen hatte, erſteres in dieſes Merkur gewaltſam hinabdrückend und in dieſer Stellung an dem Merkurglaſe befeſtigend, und ſtellt man endlich das Merkurglas in ein drittes noch etwas weiteres dünnes, ebenfalls etwas Waſſer darbietendes Glas, lezteres aber in eine weite, unter dem Recipienten der Luftpumpe ſtehende, waſſerklares Vitriolöl von 1,85 Eigengewicht enthaltende Schaale, und pumpt nun ſo viel Luft als möglich aus, ſo kommt das Merkur in ſehr kurzer Zeit zum vollſtändigen Erſtarren, und hatte man dabei die Höhe deſſelben vor dem Auspumpen durch ein Zeichen am Glaſe angemerkt, ſo läßt ſich nun zugleich zeigen: um wieviel das Merkur durch ſein Gefrieren ſich zuſammengezogen hat; oben S. 64.

ϑ) hinſichtlich der Verdampfbarkeit zerfallen die tropfbaren Flüſſigkeiten in zwei Klaſſen, in jene, welche bei allen Temperaturen oder wie man zu ſagen pflegt: von ſelber verdamfen (Waſſer, Weingeiſt, Aether, flüchtige Oele ꝛc.) und in ſolche, die nur verdampfen inſofern ſie ſieden. Zu dieſen gehören alle Waſſerhaltigen Flüſſigkeiten, deren Cohäſion und deren Adhäſion zu den Gefäſſen erſt durch Siedhitze aufgehoben wird, während ihre chemiſche Anziehung zum Waſſer mit jeder Temperatur-Erhöhung wächſt, und die daher auch von dem in ihnen chemiſch gebundenen Waſſer durch keine Erhitzung getrennt werden können; z. B. das Vitriolöl, concentrirte Azotſäure (d. i. rauchende Salpeterſäure) und m. dgl.

Es haben dergleichen Flüſſigkeiten außer dem Waſſer einen Mitbeſtandtheil der entweder an ſich weit flüchtiger iſt, wie ſeine Verbindung mit dem Waſſer (z. B. die waſſerfreie Schwefelſäure im Vitriolöl) oder der ohne Beitritt des Waſſers gar nicht beſtehen kann, ſondern ſofort in ſeine Beſtandtheile mehr oder weniger zerſezt wird (wie z. E. waſſerarme Azotſäure durch chemiſche Entziehung ſeines Waſſer's in gaſige Azotichtſäure und Oxygengas zerfällt), und es iſt lediglich die Stärke der gegenſeitigen chemiſchen Anziehung (z. B. der Schwefelſäure und des Waſſers in Vitriolöl) welche die Cohäſion ſolcher Flüſſigkeiten bis zu dem bemerkten Maaße erhöhet, und aus an ſich flüchtigeren einfacheren Materien minder flüchtige zuſammengeſezte hervorgehen läßt, während ſie zugleich das Waſſer ſeiner Selbſtverdampfung beraubt; und wie ſich hier das Waſſer verhält, ſo auch das Oxygen, Chlor, Brom, Jod und mehrere andere Grundſtoffe, ſofern dieſe Grundſtoffe mit, wenn auch nicht gaſigen doch durch Erhitzungen der Vergaſung fähigen Materien verbunden, chemiſche Gemiſche gewähren: die feuerbeſtändiger ſind, als jeder ihrer einzelnen Beſtandtheile, und die nur durch die von entgegengeſezten Richtungen her gehörig einwirkenden Elektricitäten gänzlich, und ohne daß der eine oder der andere Beſtandtheil anderweit gebunden würde, geſchieden oder elektriſch polariſirt, oder ſtatt deſſen durch einſeitige elektrochemiſche Anziehung zur einſeitigen (zur Ausſcheidung nur des einen der Beſtandtheile führenden) Zerſetzung gebracht, hingegen durch keine Temperatur-Erhöhung von einander getrennt werden können; Beiſpiele dieſer Art gewähren die leichtlöslichen feuerbeſtändigen Alkalien: das Kali (beſtehend aus dem Kalin- oder Kalium-, oder Gewächsalkali- oder Pottaſchen-Metall und Oxygen), Natron (aus Natrin- oder Natrium- oder Sodium-, oder Mineralalkali-, oder Thieralkali-Metall und Oxygen) Lithion oder Lithon (aus Lithin- oder Lithium-, oder Steinalkali-Metall und Oxygen), deren Metalle bei Rothgluth flüchtig ſind, während das Oxygen an ſich luftig iſt; ferner: der Baryt oder die ſog. Schwererde, d. i. ein erdiges Alkali (vergl. m. Grundz. I. 272 und 329) zuſammengeſezt aus dem nur bei Weißgluth flüchtigen Baryn- oder Baryum-Metall und Oxygen; ferner die Verbindung deſſelben Metalles mit Chlor, oder das Barynchlorid, die nur bei Weißgluth flüchtig iſt, während das Chlor für ſich gaſig und nur bei ſehr niederen Temperaturen der Verdichtung zur tropfbaren Flüſſigkeit fähig erſcheint (ſiehe oben); desgleichen das Calciniodid (aus Calcin- oder Calcium-, oder Kalk-Metall und Jod, von denen das erſtere ſehr feuerbeſtändig, lezteres dagegen ſchon bei Blutwärme ſehr merklich flüchtig iſt) das in verſchloſſenen Gefäßen höchſt feuerbeſtändig erſcheint, während es in offenen Gefäßen rothglühend gemacht durch einſeitige Verbindung, nämlich durch die des Calcin mit dem Oxygen der Luft (mit dem es verbrennt) zur Ausſcheidung und Verflüchtigung des Jod gebracht wird. Wie ſich hier und in vielen ähnlichen Fällen einzelne Grundſtoffe

verhalten, ſo auch mehrere aus ihren einfacheren Verbindungen hervorgegangene zuſammengeſeztere Gemiſche; wie denn z. B. das Kalicarbonat (oder carbonſaure oder kohlenſaure Kali) das die an ſich gaſige Carbonſäure (Kohlenſäure), noch bei Rothglühhitze zurückhält; das Kaliſulphat (ſchwefelſaure Kali) das durch heftige Erhitzung in Kali und Schwefelſäure nicht zerfällt, ꝛc. — Es ſchließen ſich dieſem Verhalten auch die jener relativ feuerbeſtändigen Materien an, welche das Waſſergas der Atmoſphäre unter Wärme-Entwickelung anziehen (zum Theil auch: durch Wärme-Entſtralung erkaltend es zu Waſſerdunſt verdichten, und das tropfbare Waſſer dieſes Dunſtes anziehend in ſich aufnehmen) und, in Folge dieſer Anziehung, zerfließen; wie ſolches von Seiten der leichtlöslichen fixen Alkalien — des Kalin-Oxyd oder Kali, Natrin-Oxyd oder Natron und Lithin-Oxyd oder Lithion ſo wie des Kalicarbonat, ſonſt auch, ſofern dieſes Salz durch Verbrennen des Kalibitartrat (doppelt weinſaures oder ſaures weinſaures Kali) d. i. des Weinſtein gewonnen wurde: Weinſteinſalz (Sal tartari) genannt, des Calcinchlorid (ſog. ſalzſaurer Kalk) und m. a. Salze, auch in ziemlich trockner Luft alsbald zu erfolgen pflegt *); nur erſt bei ſeiner eigenen Siedhitze entläßt dieſes Chlorid ſein Waſſer, und ebenſo das zerfloſſene Kalincarbonat, das Kali ꝛc. das von ihm zuvor angezogene; und auf ähnliche Weiſe wie in dieſen und ähnlichen Fällen das Waſſer von der damit zerfloſſenen Subſtanz zum Theil ſehr merklich an Feuerbeſtändigkeit gewonnen hat, ſo auch jenes feſte, durch chemiſche Anziehung zum Theil äußerſt innig gebundene der ſogenannten trocknen Hydrate; z. B. das des friſch gebrannten (d. i. ausgeglüheten) und dann mit Waſſer bis zum Zerfallen zu Pulver verſezten gelöſchten Kalks (d. i. des Calcit- oder Kalk-Hydrur, das mit ſo viel Waſſer verſezt: daß es darin gelöſt erſcheint das unter dem Namen Kalkwaſſer bekannte Calcit-Hydrat **) gewährt,

*) Das an der Luft zerfloſſene Kalicarbonat nannte man ſonſt auch „durch Selbſtzerfließen entſtandenes Weinſteinöl" (Oleum tartari per deliquium) oder „von ſelber zerfloſſenes Weinſteinſalz" (Sal tartari per se liquidus) oder „Weinſtein-Flüſſigkeit, (Liquamen tartari), das zerfloſſene Calcinchlorid hingegen Kalköl (ſ. weiter oben). — Kali, Natron und Lithion vermögen übrigens nicht an der Luft zu zerfließen, ohne aus derſelben zugleich Carbonſäuregas anzuziehen, und ſich dadurch, nach und nach, in Carbonate ihrer ſelbſt, auch wohl in Anderthalb- und Doppelt-Carbonate (Bicarbonate) zu verwandeln. Am ſchnellſten wird das Waſſergas vom Eiſenchlorid (ſublimirtem ſalzſaurem Eiſenoxyd) angezogen, verdichtet und dabei zugleich zum Theil in Oxygen und Hydrogen, unter lebhafter Erwärmung zerſezt, indem ſich das O. mit dem Eiſen zu Eiſenoxyd, das Hydrogen hingegen mit dem Chlor zu Hydrochlorſäure oder Salzſäure verbindet, welche beide neu entſtandene Verbindungen dann unter ſich zu ſalzſaurem Eiſenoxyd zuſammentreten. Aehnliches gilt auch vom Calcinchlorid.

**) Calcit iſt daſſelbe, was man ſonſt auch Aetzkalk oder ätzenden Kalk, oder chemiſch reinen gebrannten Kalk nennt; Calcit-Hydrür aber, was von Anderen durch: Kalk-Hydrat, oder durch (bis zum Zerfallen in trocknes Pulver): gelöſchten Kalk bezeichnet wird. Die dabei frei werdende Wärme entſpricht nicht

das ſchwacher Rothgluth bedarf um in ſeine nächſten Beſtandtheile, in Calcit und Waſſer geſchieden zu werden, von denen lezteres

---

nur dem Uebergehen des Waſſers in Hydrat-Eis, ſondern erfolgt zum Theil auch gemäß der dabei eintretenden Verdichtungen; wie denn auch gepulverter Calcit mit Eis gemengt ſich bis zu 100° C. erhizt. Reines Calcit-Hydrür iſt frei von phyſiſch gebundenem, dem gewöhnlichen gelöſchten Kalke ſtets anhängendem Waſſer, und macht daher eine kalte Glasplatte oder Glasglocke nicht mit Dunſt beſchlagen, wenn es, nur bis zu 100° C. erhizt, von derſelben in einiger Entfernung überdeckt wird, was hingegen bei derſelben Temperatur ſofort eintritt, Falls das Hydrür aus der Luft etwas Waſſergas eingeſogen hatte; vergl. oben S. 108 ff. Nahm es hiebei zugleich etwas Carbonſäuregas aus der Luft in ſich auf (was in der Regel der Fall iſt, weil dieſes Gas, ſonſt auch Luftſäure genannt; ſ. S. 151 und S. 37 Anm.) darin vorkommt, ſo entläßt es dagegen einen entſprechenden Antheil Waſſer, der nun nur noch phyſiſch, aber nicht mehr chemiſch gebunden iſt, und der durch mäßiges Erhitzen leicht verflüchtigt und an kälteren Körpern wieder zu Dunſt-Beſchlag (Thau; oben S. 158) verdichtet und ſo ſichtbar gemacht werden kann. — Chemiſche Verbindungen des Waſſers mit anderen Materien nennt man im Allgemeinen „Hydrate" (die des Weingeiſtes, weil dieſe auch „Alkohol" genannt zu werden pflegt, Alkoholate, und jene des Aethers oder ſog. Schwefeläthers Aetherate, ſo wie die des Schwefels: Sulphurate oder, der griechiſchen Benennung des Schwefels gemäß: Thionate, die des Phosphors: Phosphorate, jene des Chlor: Chlorate, die des Oxygen oder Sauerſtoff Oxydate, die des Hydrogen gewöhnlich, jedoch nicht nachahmungswerth, Hydrüre, zweckmäßiger — um ſie von den Verbindungen des Waſſers zu unterſcheiden — Hydrogenate, ꝛc.) vergl. oben S. 166—167; im Beſonderen hingegen, wenn Verbindungen ſolcher Art in verſchiedenen Verhältniſſen möglich und als ſolche bekannt ſind, entweder erſtes, zweites, drittes ꝛc. Hydrat oder, wenn, wie gewöhnlich, nur zwei Verhältniſſe gegeben ſind: Hydrür und Hydrid, von denen das erſtere die Verbindung im Kleinſten (im Minimo) ihres Waſſer-Gehaltes, lezteres jene im Größten (im Maximo) deſſelben ausdrückt; wie man denn auch im gleichen Sinne die Ausdrücke Chlorür und Chlorid, Hydrogenür und Hydrogenid ꝛc., bei den Oxygen-Verbindungen hingegen von dieſer Benennungsweiſe, wie folgt, abzuweichen pflegt. Man ſpricht und ſchreibt ſtatt Oxydat (einen Ausdruck, den Lampadius vorſchlug) gewöhnlich Oxyd und benennt die verſchiedenen hieher gehörigen Verbindungen des Oxygen mit anderen Grundſtoffen (oder mit einer oder der anderen ihrer Oxygen-empfänglichen Gemiſche) entweder, Thomſon's Vorſchlag gemäß, Falls man nur die äußerſten Verhältniſſe bezeichnet wiſſen will, durch Vorſetzung der lateiniſchen Vorſetzwörter (Präpoſitionen) pro und per, z. B. Protoxyd und Peroxyd des Blei's, von denen das erſtere die möglich-geringſte, das leztere die möglich-größte Menge Oxygen, und umgekehrt erſteres die größte und lezteres die kleinſte Menge Blei enthält, und, ſofern außer dieſen noch eine oder mehrere-Zwiſchenſtufen des Oxygen-Gehaltes vorkommen, ſtatt deſſen durch Vorſetzen der erſten Sylbe der einander folgenden griechiſchen Zahlwörter Deu, Tri, Te, Pen, Hec, Hep, wo dann das Deutoxyd die dem Protoxyde folgende nächſte, alſo in Beziehung auf die geſammte Verbindungsweiſe die zweite, durch Tritoxyd die dritte, durch Tetoxyd die vierte, durch Pentoxyd die fünfte, durch Hectoxyd die ſechſte und durch Heptoxyd die ſiebente Verbindungsſtufe der Materie mit dem Oxygen bezeichnet, oder man ſezt ſtatt: Verbindung mit geringerem Oxygen-Gehalt Oxydul (und mit noch weniger: Suboxydid, und wenn zwei dergleichen noch geringere Verbindungsſtufen vorliegen, auch noch: Suboxydul) und mit größerem: Oxyd, und wenn noch höhere Stufen gegeben und dieſelben nicht Säuren ſind: Super- oder Hyperoxydul, das dem Oxyde folgt, und Super- oder Hyper-Oxyd, das unter allen dieſen Verbindungen die größte Menge Oxygen enthält, während dem Suboxydul die kleinſte Menge zukommt. — Da nun der Calcit oder Kalk (d. i. das Oxyd des Calcium- oder Kalkmetalls) mit Waſſer in zwei

durch die Hitze gaſig wird und daher als Waſſer-Dampf entweicht, während der erſtere als feinerdiger, durchaus trockner Staub

Verhältniſſen ſich verbinden kann, in dem oben erwähnten und in jenem des kryſtalliſirten Kalkhydrats (das man leicht gewinnt, wenn man neben im Waſſer gelöſ'ten Kalk, d. i. neben ſog. Kalkwaſſer, ein offenes Gefäß mit Vitriolöl unter eine unten durch Fettbeſtreichung und Leder-Unterlegung Luft- und Waſſerdampf-dicht abzuſperrende Glocke ſtellt, und das Vitriolöl ſo oft erneuert, ſo oft es ſich noch mit Waſſer beladet), ſo unterſcheidet man beiderlei Verbindungen zweckmäßig dadurch, daß man die erſtere Calcit-Hydrür, leztere hingegen Calcit-Hydrid nennt. — Phyſiſch verbunden erſcheint das Waſſer in allen jenen Waſſer-haltigen Materien, in denen es in Mengen zugegen iſt, welche von der Temperatur der Materie abhängig ſind, chemiſch hingegen, in denen die Menge des Waſſers, innerhalb gewiſſer Gränzen eine feſte und dieſelbe iſt, die Temperatur mag innerhalb dieſer Gränzen ſein, welche ſie will. Dieſe Gränzen ſind bezeichnet durch die, jenſeits derſelben aufhörende, beſondere Begränzungs-Form der Verbindung ſelbſt. In dieſem Sinne nur iſt jenes feſte Waſſer oder Eis (Kryſtall-Waſſer oder Kryſtall-Eis), welches in kryſtalliſirten Materien einen zur Kryſtallform weſentlich erforderlichen Mengentheil der nur mittelſt des Waſſers kryſtalliniſchen Maſſen ausmacht, ein chemiſch gebundener Waſſer-Antheil (vergl. oben S. 164 ff.) wiewohl dieſer relativ unveränderliche Waſſer-Antheil gewöhnlich auch, jedoch nicht naturgemäß, als ein nicht chemiſch ſondern phyſiſch gebundener betrachtet wird. Wirklich phyſiſch gebunden iſt hingegen das, ſeiner Menge nach von der Temperatur, zum Theil auch von dem Drucke ſtets mehr oder weniger abhängig erſcheinende ſog. Löſungs-Waſſer, d. i. ein Waſſer, welches, bei gegebener Temperatur und gegebenem Drucke, in dieſen phyſiſchen Gewalten entſprechenden Verhältniſſen erfordert wird, um die Löſung (oben S. 166 Anm.) zu vollbringen. — Nicht ſelten iſt das Kryſtall-Eis in ſo großer Menge zugegen, daß es, bei mäßiger Hitze geſchmolzen, die mit ihm verbundenen Materien löſ't und tropflich (tropfbarflüſſig) macht, (z. B. im ſog. Glauberſalz oder Natronſulphat; dergleichen Subſtanzen verlieren bei Berührung trockner warmer Luft, und überhaupt ſchon in mäßiger Hitze einen Theil ihres Kryſtalleiſes und zerfallen dadurch, verwitternd, zu Pulver); ſolche Schmelzung wird dann (zum Unterſchiede von dem lediglich mittelſt größerer Hitze und ohne Waſſer zu bewirkenden eigentlichen Schmelzen der von ihrem Waſſer, in Folge von deſſen Verdunſtung, bereits befreieten trocknen Materie) das Fließen im eigenen Kryſtallwaſſer oder der wäſſrige Fluß, das nur nach Entfernung des Kryſtallwaſſers und damit verbundener Austrocknung möglich werdende, gewöhnlich erſt bei „bis zur Glut" geſteigerter Hitze vor ſich gehende, eigentlich Fließen oder Schmelzen hingegen der feurige Fluß genannt. Die Benennung (chemiſcher) Fluß iſt übrigens in der ausübenden Chemie gleichbedeutend mit „Schmelzung förderndes Mittel," und ſie wird daher allen jenen Materien ertheilt, welche, ſtrengflüſſigeren (für ſich zum Schmelzen große Hitze heiſchenden) zugeſezt: deren Fließung beſchleunigen (z. B. weißer Fluß, d. i. Kalicarbonat, ſchwarzer Fluß d. i. Kohle-haltiges Kalicarbonat; ſ. m. Grundz. I. 172; Fluß oder Flußſpath d. i. natürlich gebildetes Calciumfluorid, das die erſteren Benennungen Hüttenleuten verdankt, welche es: zu ſchmelzenden Erzen zuſezten, um dieſe leichter in Fluß zu bringen; die Endſylbe Spath ertheilten Berg- und Hüttenleute ehemals jedem großblättriges Gefüge darbietenden Geſteine). Es befördern die ſogenannten chemiſchen Flüſſe die Schmelzung der Materien, Oſann zufolge (ſ. m. Arch. f. Chem. u. Meteor I. 101—106) am vollkommenſten, wenn beide Subſtanzen, die zu ſchmelzende Materie und der ihr beigegebene Fluß, in einem Mengen-Verhältniß verwendet werden, welches dem ihrer Eigenwärmen und damit dem umgekehrten ihrer Atom-Gewichte (oben S. 193 Anm.) entſpricht. Einen vorzüglichen Fluß zum Schmelzen, der als feinſtes Pulver mit dem Schmelzmittel gemengten Geſteine (ſo daß dieſes, bei kleinen Mengen, im Platin-Löffel oder Tiegel über der Weingeiſtlampen-Flamme vollzogen werden kann) gewährt,

verbleibt. — Nicht nur in der Schwefelſäure (des Vitriolöls), ſondern auch in mehreren anderen Waſſer-haltigen Flüſſigkeiten, iſt ſolches Waſſer durch zwei verſchiedene Anziehungen, durch eine chemiſche und eine phyſiſche zurückgehalten, d. i. gegen das Verdampfen geſchüzt, oder gebunden, und dieſelbe Hitze, welche die Wirkſamkeit der erſteren dieſer Anziehungen erhöhet oder verſtärkt, ſchwächt oder hebt die leztere, die Adhäſion des Waſſers zu dem chemiſchen Gemiſch aus Waſſer und aus der daſſelbe chemiſch bindenden Materie; im Vitriolöl: aus Waſſer und Schwefelſäure, d. i. zu dem Schwefelſäure-Hydrat gänzlich auf. Ein merkenswerthes Beiſpiel ſolchen gleichzeitigen entgegengeſezten Wirkens der Wärme (Verſtärkung der chemiſchen und Schwächung oder Aufhebung der phyſiſchen Anziehung) bietet der Weingeiſt dar*), indem ſich

---

Mitſcherlich zufolge, ein inniges Gemenge von Kalicarbonat und Natroncarbonat; a. a. O. I. 245. Wie ſehr bei ſolchen Schmelzungen zweier- oder mehrer-lei Materien ſich gegenſeitig in ihrer Fließlichkeit zu ſteigern vermögen, beweiſ't, meiner Beobachtung gemäß, das Gemenge von gebranntem Alaun und Kaliſulphat, indem jedes dieſer Salze für ſich nichts weniger als leichtflüſſig iſt, beide mit einander gemengt hingegen ſehr leichtflüſſig erſcheinen; a. a. O. II. 427. Aehnlich wirkte auch Kalk und Thon gegenſeitig auf einander, während hingegen der leichtflüſſige Gyps (Calcitſulphat) für das höchſt ſtrengflüſſige ächte Porzellan (z. B. bei Darſtellung der Porzellanglaſur) als wirkſamer Fluß ſich zeigt. In manchen Fällen iſt es aber nicht lediglich der innere Wärmeverkehr der zu ſchmelzenden Subſtanzen und ihrer Wärme-reichen Flußmittel, ſondern es verbinden ſich hiemit zugleich anderweite ſehr beträchtliche Wärmequellen, wie z. B. bei der Wirkung von Baumé's ſog. ſchnellem Fluß (aus 2 Quentchen trocknen pulvrigen Salpeters, d. i. Kaliazotat, 1 Quentchen gepulverten Schwefels und 5 Gran oder 1/12 Quentchen zerriebenen Geigenharzes oder feinen trocknen Sägmehls), wo die Verbrennungs-Hitze des Schwefels und des Harzes, die ſich, angezündet, mit dem Oxygen der Azotſäure (Salpeterſäure) des Salpeters zu Schwefelſäure und zu wäßriger Carbonſäure verbinden (welche beide Säuren dem Kali verbleiben und damit zwei Salze: Kaliſulphat und Kalicarbonat herſtellen), die nachfolgende eigentliche Flußwirkung der neuentſtandenen Kali-Salze ſo beträchtlich vermehrt, daß man dadurch eine kleine Silber- oder Kupfermünze in einer Wallnußſchale zum Fluſſe bringen kann, Falls man zuvor etwa 2/3 der Schale mit dem trocknen Fluſſe locker gefüllt, die Münze darauf gelegt, mit dem Reſt des Fluſſes überſchüttet und dieſen dann angezündet hatte; ſo wie die Maſſe unter Verpuffung abgebrannt, wirſt man die Schale, ſammt ihrem Inhalt, in daneben ſtehendes kaltes Waſſer, und findet dann die Münze zum Kügelchen gefloſſen. — Endlich pflegt man auch die ſog. künſtlichen Edelſteine, d. ſ. durch Erzmetalloxyde gefärbte, ſehr harte und ſehr durchſichtige Gläſer, Flüſſe, häufiger jedoch Glasflüſſe oder Schmelzgläſer zu nennen, oder Amauſen, wohin denn auch die Glaſuren, ſo wie die Farben zur Porzellan-, Steingut- und Emailmalerei gehören.

*) Weingeiſt (Spiritus vini und daher auch Spirit) und Falls er Waſſer-arm iſt Alkohol genannt, wiewohl Mehrere unter Alkohol nur den ſog. abſoluten Alkohol d. i. den „Weingeiſt an ſich" verſtanden wiſſen wollen, der jedoch, ſtreng genommen, noch unbekannt iſt, indem aller bis hieher dargeſtellte ſog. abſolute Alkohol zweifelsohne ſtets noch etwas Waſſer enthielt (ſ. oben S. 49, 51 ff.) nennen die Chemiker jene brennbare Flüſſigkeit, welche in denen mittelſt ſog. geiſtiger oder Wein-Gährung (m. Grundz. I. 579) zu Stande gekommenen berauſchenden tropflichen Flüſſigkeiten (mithin im Weine, Biere, in dem tropflichen Theile der Maiſche und daher auch in dem aus dieſer, mittelſt Deſtillation, geſchiedenen Branntwein) den

derſelbe nicht nur mittelſt Deſtillation nicht entwäſſern läßt, ſondern vielmehr einen Theil des ihm beigegebenen Waſſers um ſo inniger chemiſch bindet, je mehr dieſe Temperatur geſteigert worden, und in dieſem Wachſen ſeiner chemiſchen Anziehung zum Waſſer fortſchreitet, bis endlich auch dieſe Anziehung (weil der Weingeiſt bei Glühhitze ſelbſt der Zerſetzung unterliegt), mit der Zerſtörung des durch große Hitze zerſetzbaren Beſtandtheils dieſer chemiſchen Verbindung, nämlich des Weingeiſtes ſelbſt, nachdem ſie das Maximum ihrer Innigkeit erreicht hatte, gänzlich aufgehoben wird. Hieher gehörige Beobachtungen verdanken wir hauptſächlich den Bemühungen des verewigten v. Sömmerring (hoch geachtet, insbeſondere als Anatom, da er ſeine Wiſſenſchaft bedeutungsvoll bereichert hat) ſo wie jene des verſtorbenen v. Yelin, die über dieſen Gegenſtand (in München, wo ſie früherhin als Mitglieder der dortigen Akademie der Wiſſenſchaften lebten; bis v. S. ſpäterhin nach Frankfurt a. M. ging, wo er auch ſtarb) zum Theil gemeinſchaftlich experimentirten; vergl. m. Arch. f. d. gesammte Naturl. B. II. S. 340 u. ff. und III. 372. Aus den Verſuchen dieſer Naturforſcher geht hervor: 1) daß ein Gemiſch aus ſog. abſolutem (d. i. waſſerfreiem) Alkohol und 3 Proc. Waſſer, alſo ein Weingeiſt von 97 Proc., leichter verdampft als abſoluter Alkohol (d. i. Alkohol von 100 Proc.); denn lezterer erforderte um deſtillirt zu werden, eine Anwärmung bis zu 60°,62 R. oder 75°,775 C., während erſterer bei demſelben Luftdrucke (bei 26″7‴,19 Par. Barometerſtand) ſchon bei 60°,48 R. oder 75°,6 C. kochte (wahrſcheinlich iſt der Weingeiſt am flüchtigſten, wenn er 97 ½ Proc. Alkohol und mithin 2 ½ Proc. Waſſer enthält); 2) daß bei Temperaturen nahe dem Siedepunkte, aber ohne dieſen Punkt zu erreichen, d. i. langſam deſtillirter Weingeiſt mehr gewäſſert erſcheint, als raſch deſtillirter; weil das flüchtigere Gemiſch von 2,5 Proc. Waſſergehalt durch die für daſſelbe möglichſt hohe Temperatur am leichteſten von dem ihm (bei niederen Temperaturen mehr) anhaftenden, phyſiſch angezogenen Waſſer ſich zu trennen vermag, (da

---

berauſchenden Theil ausmacht, durch die Gährung hauptſächlich gewonnen wird aus dem Zucker der gährbaren wäſſrigen Flüſſigkeiten — in Folge der hiebei vor ſich gehenden Zerſetzung: in zwei chemiſch-ungleiche und einander gewiſſermaßen entgegengeſezte chemiſche Verbindungen, in dem nicht ſauren, ſondern ſtatt deſſen vielmehr durch ſeine chemiſche Verbindung mit Säuren deren Sauerſein ſchwächenden oder wohl gar gänzlich aufhebenden und in dieſer Hinſicht den Säuren entgegenwirkenden, mit ihnen verbunden die brennbare Grundlage oder Baſis (Baſe) ſolcher Verbindungen darſtellenden und daher (ſeiner chemiſchen Wirkſamkeit nach) baſiſchen „Weingeiſt" und die ſaure Carbonſäure —, der mit Oxygen nicht bis zur Erſchöpfung ſeiner Brennbarkeit verbunden die Eſſigſäure darſtellt, während er mit Oxygen im Maximo vereint in zweierlei Verbrennungs-Erzeugniſſe, in durch Oxygen verbranntes Hydrogen, d. i. in (gaſiges) Waſſer und in auf gleiche Weiſe verbranntes Carbon, d. i. in (gaſige) Carbonſäure auseinander tritt, und der kalt Elektricität wie Wärme ſehr ſchlecht, heiß: etwas beſſer leitet, das Licht ſtark bricht und um ſo weniger dicht iſt, je weniger er Waſſer beigemiſcht enthält.

die höhere Temperatur der Adhäſion mehr entgegenwirkt, als die niedere); 3) daß die Anziehnng des abſoluten Alkohol zu jener Menge von Waſſer, mit welcher er die größte Flüchtigkeit erlangt, eine chemiſche (jedoch nicht eine: die Bindung der möglich kleinſten Waſſermenge zur Folge habende) iſt, die bei höheren Temperaturen, von Seiten der chemiſchen Faſſungsfähigkeit des Weingeiſtes für Waſſer, allerdings (wahrſcheinlich aber nur in beſtimmten Abſtufungen) geſteigert wird, während niedere Temperaturen durch Verſtärkung der phyſiſchen Anziehung (der Adhäſion) ihrer Seits ebenfalls zur Mehrung der Waſſermaſſe im Weingeiſt beiträgt. Was aber die erſtere dieſer Anziehungen erkennen läßt, iſt die fernere längſt bekannte und von den genannten Naturforſchern beſtätigte Erfahrung: 4) daß durch einfache Deſtillation Weingeiſt nicht wohl über ein Eigengewicht von 0,826 (bei 16° R. oder 20° C.) d. i. bis zu 87 Proc. erhoben werden kann, und daß der größere Theil der, in ſolchem Weingeiſte befindlichen Waſſermenge: der Einwirkung einer Waſſer ſtärker anziehenden Materie, z. B. des Calcinchlorids (S. 203) bedarf, um einen mehr entwäſſerten Alkohol zu entlaſſen. Erwägt man indeſſen: daß zum Oefteren wiederholte Deſtillation des Weingeiſtes, für ſich, deſſen Waſſergehalt ſtets um Etwas ſchmälern; daß mittelſt Thier-Harnblaſen (die, Weingeiſt überdeckend, aus deſſen Dampf Waſſergas hindurch laſſen, während ſie das Weingeiſtgas — aus Mangel an Adhäſion zu demſelben — zurückhalten; oben S. 63) Alkohol von großer Dünne dargeſtellt zu werden vermag, und daß jene Verdichtung (und dabei eintretende Erwärmung), welche Alkohol bei ſeiner Vermiſchung mit Waſſer erleidet, nicht lediglich als Folge chemiſcher, ſondern vielmehr als Ergebniß phyſiſcher Anziehung zu betrachten ſteht (oben S. 165), ſo gewinnt die Meinung: daß zwiſchen Alkohol und Waſſer nur ein gegenſeitiges chemiſches Bindungsverhältniß ſtatt hat, daß aber viele phyſiſche möglich ſind, die als ſolche nur von Temperatur und Druck abhängig erſcheinen. Abſoluter Alkohol zieht übrigens Waſſergas begierig an (S. 63 und 198), und nimmt es (daſſelbe verdichtend) in ſich auf, und macht es dadurch wenn nicht unmöglich, doch ungemein ſchwierig: Alkohol in Abſicht auf Entwäſſerung unverändert zu erhalten; ſchon der Hauch des Experimentators wäſſert den Alkohol einer augenblicklich geöffneten Flaſche und ändert ſeine Dichte; daher erhält man auch ſchon aus dieſem Grunde durch raſches Deſtilliren ſtärkeren Alkohol als durch gelindes, und jene Verfahren, nach welchen man, mittelſt im beſtimmten Maaße geminderter Anwärmung wäſſrigen Alkohol von ſehr gewäſſertem oder gar von Waſſer deſtillirend trennt, liefert nie ſog. abſoluten Alkohol (von wenigſtens 0,791 Eigengewicht, das des Waſſers oder die Eigendichte des Waſſers gleich 1 geſezt; wiederholtes Abziehen des Alkohols über Calcinchlorid, und Behandeln mit Harnblaſe läßt ihn bis zu 0,790 gelangen.) — Ein ähnliches Verhalten, wie das des gewäſſerten

Weingeiſts, zeigen übrigens auch verſchiedene Säuren, wie denn z. B. ſtark verdünnte Azotſäure leichter überdeſtillirt, wie eingeengte (concentrirte), und dabei Waſſer zurück bleibt, während umgekehrt mit wenig Waſſer verdünnte Säure erhizt: Waſſer entläßt und waſſerarm verbleibt *).

ι) Eine der Hauptquellen für die Niederſchlagung atmoſphäriſchen Waſſers, ſei es in Regen- oder Schnee- ꝛc. Form iſt die mit der Temperatur ſich ändernde Spannung des Waſſergaſes, oder wie Le Roy u. A. ſonſt irrig annahmen, die von der Temperatur abhängige Faſſungsfähigkeit der Luft für Waſſergas (oben S. 181), und wiewohl das hiebei Geſetzliche ſchon in dem S. 185 ff. Entwickelten mit enthalten iſt, ſo dürfte doch Nachſtehendes (enthaltend die Grundlage von Hutton's Theorie des Regens) hauptſächlich in Beziehung auf die weiter unten mitzutheilende Tafel, zur Vervollſtändigung des hieher gehörigen Theiles der Witterungslehre weſentlich beitragen: „Jedesmal, wenn zwei ungleich warme, Waſſergas der größten Dichte (oder doch von ſolcher Dichte nicht ſehr fernenden Waſſerdampf) enthaltende, d. i. nahe geſättigt feuchte (oder doch vom Maximum ihrer Feuchte nicht ſehr abweichende) Luftmaſſen mit einander vermiſcht werden, ſcheidet ſich ein Theil des in ihren Räumen gasförmig zugegen ſeyenden Waſſers: als Dunſt (Nebel), und Falls dieſer hinreichend abgekühlt wird: als Regen (Schnee ꝛc.) aus;“ vergl. oben S. 147, 185, 188 — 189. Folgende von Daniell, dem Erfinder des nach ihm benannten (thermometriſchen) Hygrometers oder (wie Prof. Auguſt es nennt:) des Pſychrometers (S. 82) **) gemachte Beobachtungen mögen

*) Azotſäure, wie Schwefelſäure, fordert eine beſtimmte Menge Waſſer um möglichſt leicht zu gefrieren; über oder unter dieſem Verdünnungs-Verhältniß bedürfen ſie, um zu erſtarren, der größten Kälte. — Alkohol von 97 bis 97,5 Proc. innerhalb einer Retorte einer kaltmachenden Miſchung ausgeſezt, verdampft höchſt waſſerarm, mittelſt jener Wärme welche ſein gefrierendes Waſſer beim Uebergehen in Eis entläßt; vielleicht daß man auf dieſem Wege zu wirklich abſoluten Alkohol gelangte, wenn man dem Weingeiſt zugleich ſo viel Calcinchlorid beigäbe, als dieſes einzuſaugen vermöchte, und die Retorte dabei nicht mit der Hand anwärmte, wie Van Mons in einem ähnlichen Verſuche that; m. Einleit. in d. neuere Chemie. Halle 1814. 8. S. 177 ff. Daß das Uebergehen des an den Alkohol gebunden geweſenen Waſſers in Eis hiebei die eigentliche Verflüchtigungswärme entwickele, beweiſ't Wiſtar's hieher gehöriger Verſuch mit Aether; a. a. O. S. 178.

**) Le Roi zu Montpellier, von der irrigen Vorſtellung ausgehend: daß das in der atm. Luft vorkommende gaſige Waſſer darin gelöſ't ſey, wie Salz im Waſſer, und daß die Luft bei jeder verſchiedenen Temperatur eine derſelben entſprechende beſondere Menge Waſſers bedürfe, um damit geſättigt zu erſcheinen, verfiel, durch dieſe hypothetiſche Vorausſetzung geleitet, auf den für die Meteorologie unſerer Tage ſo fruchtbar gewordenen Gedanken: das Thermometer hinſichtlich jenes Punktes, bei welchem kalte Körper in Waſſer-haltiger Luft mit Thau beſchlagen (und den man daher, dem Vorſchlage engliſcher Phyſiker gemäß, ſehr paſſend den Thau-Punkt, oder, nach Andern den Naßkälte-Punkt oder Condenſations-Punkt genannt hat), zu befragen, weil dieſer Punkt, bei welchem ein Theil des atmoſphäriſchen Waſſergaſes

dazu dienen dieſes Naturgeſetz zu erläutern: Mittelſt ſeines Hygrometers fand D. den 6. September 1819, da die Temperatur

zu Thau (oder vielmehr zu Dunſt, deſſen Bläschen, durch die Adhäſion der Oberfläche des kalten Körpers zerreißend, dieſe als Thau bedecken) verdichtet wird, offenbar zugleich der Punkt des Geſättigtſeins der Luft mit Waſſerdampf iſt, bei welchem alle weitere Waſſer-Verdampfung in ihr aufhört, und der, je weniger er unter die Temperatur der Luft fällt, einen um ſo größeren Reichthum der Luft an Waſſergas nachweiſet; da indeſſen Le Roi hiezu ein nichts weniger als genaues und leicht ausführbares Verfahren befolgte, indem er beobachtete „bei welcher Temperatur ein mit Waſſer gefülltes Glas zu beſchlagen anfange, wenn man die Temperatur ſolchen Waſſers durch kaltmachende Miſchungen erniedere"; — vergl. Hor. Ben. v. Sauſſure Hygrometrie, a. d. Franz. überſ. von J. D. T. (Titius). Leipz. 1784. 8. S. 61 — ſo gerieth ſein Vorſchlag in Vergeſſenheit, bis ihn Dalton mittelbar dadurch wieder in's Leben rief, daß er durch eigends hiezu entworfene und durchgeführte Verſuche zeigte, daß der atmoſphäriſche Waſſergehalt von der Luft ſelbſt unabhängig und lediglich durch die Spannung des Waſſergaſes bedingt ſey. Dalton und Gay-Luſſac beſtimmte dann, zwar auf verſchiedenen Wegen aber mit (nahe) übereinſtimmenden Ergebniſſen, die Spannung des Waſſergaſes bei verſchiedenen, zwiſchen — 20° C. bis und mit 100° C. fallenden Temperaturen, und ſtellten dieſe Beſtimmungs-Ergebniſſe in Tabellen-Form zuſammen. Dalton wandte dazu ein Mittel an ähnlich jenem, welches Le Roi benuzt hatte; er beſtimmte nämlich die Temperatur, bei welcher das mit kaltem Waſſer gefüllte Glas aufhörte zu beſchlagen. War dieſe Temperatur gefunden, ſo erfuhr man daraus, daß der Luft, wenn ſie zu dieſem Temperatur-Grade angelangt war, keine weitere Menge Waſſerdampf beigegeben werden könne, indem ſie das Maximum ihres Gehaltes an demſelben erreicht habe; der Unterſchied zwiſchen dieſer Temperatur und jener, welche die Luft zur Zeit des Verſuches zeigte, machte dann den Grad ihrer Trockne aus. Dieſes Verfahren forderte jedoch für jegliche Beobachtung viel Zeit und war außerdem keineswegs ſehr genau. Dieſes veranlaßte Berzelius ein Merkur-Thermometer (aus einer polirten hohlen eirunden Stahlkugel und einer in dieſelbe eingekütteten offenen gläſernen Thermometer-Röhre) das künſtlich — durch kaltes Waſſer oder eine kaltmachende Miſchung — einem Theile nach abgekühlt, durch Thau-Beſchlagen der äußeren Stahl-Oberfläche, den Thaupunkt anzuzeigen beſtimmt war. Da B. ſelbſt aber weiter keinen Gebrauch davon machte, ſo blieb dieſes thermometriſche Hygrometer, der Vorgänger des von Daniell erfundenen, unbeachtet. Vor dieſen Benutzungen des Thermometers zur Beſtimmung der Spannung, und dadurch auch der Dichte des atmoſphäriſchen Waſſergaſes (oben S. 209) bediente man ſich verſchiedener, mehr oder weniger empfindlicher Feuchtmeſſer oder Hygrometer (vergl. m. Hdb. d. Meteorologie II. 2. S. 158) die meiſtens darin übereinkamen, daß ſie durch Einſaugen des zuvor an ihnen niedergeſchlagenen Waſſerdunſtes an Ausdehnung (und Gewicht) gewannen und mittelſt dieſer Ausdehnung Gradzeiger in Bewegung ſezten, welche die Größe der Ausdehnung (Feuchtung) oder deren Minderung (Trocknung) durch gehörig eingetheilte Gradbogen maßen. Eines der gebräuchlichſten Hygrometer war und iſt zum Theil noch das Sauſſur'ſche, dem Haupttheile nach aus entfetteten Menſchenhaaren beſtehende Haarhygrometer; Gay-Luſſac fand ſich dadurch beſtimmt das Verhalten der Grade dieſes Hygrometers zu den Werthen der Spannungs-Tabelle zu ermitteln, und ſezte ſo in den Stand: durch bloßes Beobachten dieſes Hygrometers den Waſſergehalt der Luft, oder vielmehr die Dichte des atmoſphäriſchen Waſſergaſes ſogleich angeben zu können. — Gewöhnlich iſt der Zwiſchenraum der die größte Trockne und größte Feuchte anzeigenden Punkte dieſes und ähnlicher Hygrometer in 100 gleiche Theile abgetheilt; bei S.'s Hygrometer iſt der Punkt größter Feuchte durch 100, jener größter Trockne durch 0 bezeichnet; erſteren zeigt nicht ſelten dichter näſſender Nebel oder eine künſtlich mit Waſſerdampf geſättigte Luft, lezteren jene ſtark verdünnte Luft einer Luftpumpen-Glocke, in die man neben dem Hygrometer eine Schale mit Calcinchlorid, oder mit trockner Potaſche,

der Luft 18°,9 C. betrug den Thaupunkt bei 7°,8 C.; da nun: Muncke's Tafel (Gehler's phyſ. Wörterb. n. Aufl. II. 385 und

---

oder mit conc. Schwefelſäure, oder ſelbſt nur mit Kleie geſtellt hatte, ſo lange: bis der Zeiger nicht weiter rückt. Je höher die Temperatur der Luft, um ſo größer iſt auch ihre ſog. Waſſerfaſſungs-Fähigkeit (oben S. 209) aber um ſo geringer auch die Wärmeſtralungs-Abkühlung des von ihr umgebenen Hygrometers und die Adhäſion ſeiner feuchtziehenden Subſtanz ſowohl zu dem gaſigen, wie zu dem bereits zu Dunſt verdichteten atmoſphäriſchen Waſſer. Es rückt mithin das Hygrometer, bei der gleichen Menge in der Luft vorhandenen Waſſers, dem Punkte der größten Trockne bei der höheren Temperatur näher, wie bei der tiefen, und nur dann wird man die Feuchte der zu verſchiedenen Zeiten in dieſer Hinſicht geprüften Luft für gleich groß erachten dürfen, wenn zu denſelben Zeiten auch die Temperaturen (und die Barometerſtände) gleich waren. Aus dieſem Grunde müſſen Hygrometerſtände, wenn ſie mit einander verglichen werden ſollen, zuvor auf die gleiche Temperatur (und auf den gleichen Luftdruck) berechnet worden ſein. (Es ergibt ſich nämlich aus Gay-Luſſac's Verſuchen, betreffend die Vergrößerung der Verdunſtungs-Kälte durch Minderung des Luftdruckes, daß S.'s Hygrometer bei gleicher Luftfeuchte um ſo höhere Grade angibt: je niederer der Barometerſtand iſt und je höhere Temperatur der Luft das Thermometer zeigt, und umgekehrt um ſo niedere: je höher der erſtere und je tiefer die lezter iſt). Je näher das Hygrometer der größten Feuchte ſteht, um ſo geringerer Temperatur-Erniederung bedarf es, um es bis zu dieſem Punkte zu bringen; man kann daher durch Vergleichung des S.'ſchen Hygrometers mit dem Thermometer nicht ſelten ſchon Abends (d. i. zur Tageszeit, in der man die Kühle der Nacht erwarten darf) mit ziemlicher Wahrſcheinlichkeit vorausbeſtimmen: ob der nächſte Morgen Nebel (Regen ꝛc.) bringen werde, oder nicht. Nachſtehende Tafel zeigt die bei den verſchiedenen Hygrometerſtänden erforderlichen Temperatur-Erniederungen an, um die Luft auf den größten Grad ihrer ſog. Feuchtigkeits-Sättigung zu bringen:

Hygr. Grade.	Therm. Erniedr.	Hygr. Grade.	Therm. Erniedr.	Hygr. Grade.	Therm. Erniedr.	Hygr. Grade.	Therm. Erniedr.	Hygr. Grade.	Therm. Erniedr.
100	0° R	86	5,810	72	11,829	58	19,801	44	30,689
99	0,755	85	6,182	71	12,333	57	20,461	43	31,641
98	1,399	84	6,561	70	12,846	56	21,135	42	32,625
97	1,961	83	6,947	69	13,368	55	21,825	41	33,642
96	2,373	82	7,340	68	13,899	54	22,531	40	34,695
95	2,698	81	7,741	67	14,439	53	23,254	39	35,787
94	3,026	80	8,151	66	14,990	52	23,995	38	36,920
93	3,358	79	8,572	65	15,551	51	24,755	37	38,096
92	3,694	78	9,005	64	16,122	50	25,534	36	39,321
91	4,034	77	9,449	63	16,705	49	26,334	35	40,598
90	4,379	76	9,904	62	17,299	48	27,156	34	41,931
89	4,729	75	0,370	61	17,905	47	28,001	33	43,328
88	5,084	74	10,846	60	18,524	46	28,870	32	44,792
87	5,444	73	11,333	59	19,156	45	29,766	31	46,330
								30	47,953

Ein Hygrometerſtand von 30° kommt übrigens bei meteorologiſchen Beobachtungen in Gegenden die nicht geradezu heißen Steppen angehören nie vor; in Deutſchland geht die höchſte Lufttrockne in der Regel nicht unter 35° (reducirt auf 10° R.) hinaus, in Genf rückt S.'s Hygrometer der höchſten Trockne (dem 0°), ſelten näher als 60°. Um mit Hülfe dieſer Tafel den beobachteten Hygrometerſtand einer niederen Temperatur auf den einer höheren, oder umgekehrt, oder, ſtatt beiderlei ſog. Reductionen, auf den einer Normal-Temperatur (z. B. auf 10° R. = 12°,5 C. als derjenigen, die der mittleren Luftwärme Deutſchland's ziemlich nahe kommen dürfte) zu berechnen (zu reduciren) verfährt man, wie folgende Beiſpiele darthun: a) Reduction des beobachteten Hygrometergrades von einer niederen zur höheren Temperatur. Es zeige das Hygrometer bei 4° R. Luftwärme 78 Feucht-Grad; die Feuchtmenge bleibe dieſelbe, die Temperatur ſteige aber um 6° R. (wodurch

oben S. 196) zufolge die größte Dichte des Waſſergaſes bei 7°,8 C. (oder 6°,2 R.) nur 7 Milliontel jener des tropfbaren Waſſers

---

dann der Hygrometer-Zeiger nothwendig zur größeren Trockne fortrücken müßte); welchen Feucht-Grad würde demnach das Hygrometer bei 10° R. zu zeigen haben? Man ſuche zuvörderſt den beobachteten Hygrometerſtand in der Tafel auf; hier findet man daß die Luft bei 78° Hygrom. 9°,005 R. d. h. daß ſie um 9°,005 R. oder mit Hinweglaſſung des $^{5}/_{1000}$°; daß ſie um 9° R. kälter werden muß, um den Punkt der Feucht-Sättigung, oder, was daſſelbe iſt, um 100° Hygrom. zu erreichen. Sie wird mithin bei 78° Hygrom. außer dieſen 9° R. noch um 6° R. (d. i. um den Werth der in dieſem Beiſpiele angenommenen Temperatur-Erhöhung) zuſammen alſo um 15° R. abzukühlen ſein, wenn ſie 100° Hygrom. erreichen ſoll. Sieht man nun in der Tabelle nach, welchem Hygrometergrade dieſer 15° R. betragende Abſtand vom 100° Hygrom. entſpricht, oder ſucht man ſtatt deſſen 15° R. unter den Temperatur-Angaben der Tabelle auf, ſo findet man dieſer erforderlichen Abkühlungsgröße nahe dem Hygrometerſtand von 66 (genauer, falls man auf Decimalbruchtheile, auf Zehntel, Hundertel oder gar auf Tauſendtel eines Grades einzugehen wünſcht — wie ſolches Winckler's treffliche hieher gehörige Tafeln, Halle 1826. 4. dieſes nachweiſen — nahe 65,975); 66° Hygrom. iſt alſo in dieſem Falle der auf 10° R. reducirte Barometerſtand; b) Reduction von einer höheren auf eine mehr niedere Temp. Man verfährt gerade umgekehrt. Der beobachtete Hygrometerſtand ſey bei 16° R. gleich 63°; man will wiſſen welchen Werth er erhalten würde, wenn, ohne daß die Feucht-Menge einer Aenderung unterliegt, die Temperatur der Luft bis auf 10° R. erniedrigt worden wäre, (wodurch dann offenbar der Hygrometer-Zeiger der größeren Feuchte zuweiſen müßte)? Die Tafel zeigt, daß bei 63° Hygrom. der Abſtand von 100° Hygrom. (16,705 und mit Hinweglaſſung der 5 Tauſendtel) 16°,7 R. beträgt; hievon 6° R., als Werth der Temperatur-Verminderung, abgezogen (16,6 = 10,7) beträgt dieſer Abſtand nur noch 10°,7 R.; der Tafel zufolge entſpricht einem Abſtande von 10°,7 R. nahe der Hygrometerſtand von 74 (oder noch näher jener von 74°,3 Hygrom.) und dieſer Hygrometerſtand iſt mithin der verlangte auf 10° R. zurückgeführte, bei 16° R. 63° Hygrom. betragende. — Der Grund, warum bei dieſer Tafel Reaumur'ſche und z. B. nicht Centeſimal-Grade gewählt wurden, liegt darin, daß v. Sauſſure nur nach erſteren ſeine Tafel berechnet hat; wie dieſe Grade auf C.- oder F.-Grade zurückzuführen ſind, lehrt S. 55 Bemerk. 9. Sein Hygrometer iſt übrigens zweifelsohne einer der empfindlichſten und zugleich bequemſten Feuchtmeſſer, ſowohl für Beobachtungen in der freien Luft, als in geſchloſſenen Hohlräumen. Die Beobachtung deſſelben iſt ſehr einfach und, was allerdings zu berückſichtigen ſteht, weniger Zeit fordernd, als Daniell's thermometriſches Hygrometer; indeſſen iſt der Zeitaufwand bei den weiter unten zu erwähnenden verbeſſerten Thermohygrometern auch nicht beträchtlich, und während ſowohl das S.'ſche als jedes andere auf Feuchtziehung gegründete Hygrometer, Unordnungen und zeitgemäßem Verderben unterworfen erſcheint, ſind gute Thermohygrometer von dieſem Vorwurfe frei zu ſprechen. Ehe man aber dergleichen beſaß, blieb ein leicht anwendbares und ſicheres Inſtrument der Art ein lebhaft gewünſchtes, um ſo mehr da bei dem Differenzialthermometer, das Leslie zu gleichem Zwecke verwendet wiſſen wollte (und für die Berechnung der mittelſt deſſelben nachgewieſenen Luftfeuchte Regeln angab, die ſich jedoch nicht bewährten) es ſchwierig iſt: die Einrichtung ſo zu treffen, daß die Temperatur-Unterſchiede genau gemeſſen werden können. Daniell begegnete dieſem wiſſenſchaftlichen Bedürfniſſe im Jahr 1818, durch Erfindung ſeines thermometriſchen Hygrometer's oder Thermohygrometer's. Er wählte dazu einen kleinen ſogenannten Pulshammer (S. 81 ff.) oder Kälteträger (Kryophor) mit abwärts gebogenen Kugeln, von denen die eine zur Hälfte mit Aether gefüllt, die andere hingegen leer war; in die erſtere feſtigte er ein ſehr kleines Thermometer, deſſen Scale in den niederwärts gebogenen Theil des einen Schenkels des Pulshammers hinaufreichte und deſſen längliche Kugel, wenn das Inſtrument horizontal gehalten wurde, zur Hälfte in den Aether tauchte. Die leere Kugel, am

beträgt und 1 Rheiniſcher Würfelfuß ſolſchen Waſſers 498000 Gran wiegt (oben S. 44 u. S. 60 Anm.) ſo wog alſo 1 Würfelfuß jenes

---

entgegengeſezten Ende des Pulshammers, umgab D. mit etwas Mouſſelin, und tröpfelte nun auf dieſen ein wenig Aether, um durch deſſen Verdunſtung die Kugel abzukühlen; ſobald dieſe Abkühlung eintrat, verdichtete ſich begreiflich der in dieſer Kugel und in der ganzen Röhre befindliche Aetherdampf zu tropfbarflüſſigem Aether, wodurch dann der Aether in der Thermometer-haltigen Kugel zum weiteren Verdunſten und dadurch, ſammt dem Thermometer und dem zugehörigen Glastheil des Pulshammers, zum Abkühlen gebracht ward. Sobald nun dieſe Pulshammer-Kugel auf ſolche Weiſe bis zum Thaupunkt abgekühlt worden, ſah man einen Ring von Thau ſich außen um ſie herum anſetzen, und zwar dort, wo gegenüber in der Kugel ſelbſt die Oberfläche des Aether's ſich befand; dieſer Ring dehnte ſich jedoch bald darauf mehr und mehr aus, und ſo, an Breite gewinnend, bedeckte er zulezt die ganze Kugel. Man beobachtete die Temperatur bei'm Anfange der Thauring-Bildung, und damit war dann auch die ganze jedesmalige Beobachtung beendigt. Um das Abſetzen des Thaues beſſer wahrnehmen zu können, umgab man ſpäterhin (in Berlin) die Kugel aufferhalb, der Flüſſigkeit gerade gegenüber, mit einer Vergoldung, und Döbereiner ſuchte die ganze Vorrichtung noch mehr zu vereinfachen (Gilbert's Ann. LXX. 135), mehr aber noch geſchah dieſes durch Körner (a. a. O. 139 und K.'s Anleit. z. Bearb. d. Glaſes an der Lampe ꝛc. Jena 1831. 8. S. 184 ff.), der die Thermometerkugel ſelbſt mit einer metallenen Umhüllung verſah und ſo den Pulshammer ganz entbehrlich machte. K.'s Thermohygrometer iſt ein gewöhnliches Thermometer, mit aufwärts gebogener und mit Mouſſelin überzogener Kugel, deren Mouſſelin-Hülle ein vergoldeter Metallring (oder ein vergoldetes Schälchen) umfaßt, auf welchen der Thau-Beſchlag ſich bildet, ſobald der obere, ringfreie Mouſſelintheil mit etwas Aether befeuchtet worden. Prof. Auguſt zu Berlin wählte zu gleichem Zwecke zwei gleiche Thermometer (deren eines die Bedeckung hat, die man während des Beobachtens nicht mit Aether, ſondern dadurch mit reinem Waſſer feucht erhält, daß ein Theil der Bedeckung in ein mit Waſſer gefülltes Gefäß reicht und nannte die Vorrichtung Pſychrometer, d. i. Naßkältemeſſer. Seinen Beobachtungen und daraus abgeleiteten Folgerungen gemäß liegt die Verdunſtungs-Kälte einer alſo naß erhaltenen Thermometer-Kugel faſt genau in der Mitte zwiſchen der Temperatur der freien Luft und dem Daniell'ſchen Thaupunkte, (die Verdunſtungs-Kälte iſt um ſo größer, je größer das Trocknungs-Vermögen der Luft, und der Thaupunkt liegt um ſo tiefer, je trockner die Luft) ſo daß man lezteren aus der leicht durchführbaren Beobachtung jener beiden Thermometer findet; vergl. Deſſen über die Anwendung des Pſychrometer's zur Hygrometrie. Berlin 1828. 4. und Ueber die Fortſchritte d. Hygrometrie in der neueſten Zeit ꝛc. Berlin 1830. gr. 4. (desgl. m. Handb. d. Meteorologie a. a. O.). Auguſt gelangte zu dieſer ſchätzbaren Verbeſſerung des Thermohygrometers, indem er de la Rive's Vorſchlag prüfte: den Waſſergasgehalt durch jene Wärmezunahme zu meſſen, welche ein mit Schwefelſäure genäßtes Thermometer darbietet, wenn es, in der freien Luft aufgehängt, dem Waſſergaſe derſelben Gelegenheit bietet, von der Schwefelſäure eingeſogen und zur Tropfflüſſigkeit verdichtet zu werden. Als A. nämlich nach jedem Verſuche die angewandten Thermometer in Waſſer wieder abſpülte, bemerkte er: daß dieſelben, ſo lange ſie naß waren, einen feſten Temperatur-Stand, ziemlich genau in der Mitte zwiſchen der Luftwärme und dem durch das Daniell'ſche Inſtrument angezeigten Thaupunkt, behaupten. A. folgerte aus dieſen Verſuchen: „So lange ein Thermometer, deſſen Kugel mit Waſſer genäßt iſt, ſinkt, ſo lange tritt daſſelbe einen Theil der Wärme des Merkur und des Glaſes an das umgebende Waſſer ab, das dieſen Wärmetheil beim Verdunſten bindet, ſobald aber jener conſtante Punkt, welchen A. Verdunſtungskälte nennt, eingetreten iſt, ſo zeigt dieſes an, daß nun das in fernere Verdunſtung befangene Waſſer die hiezu nöthige Wärme nicht mehr dem Thermometer, ſondern der zunächſt befindlichen Luft entzieht, und dieſe von ſolcher Wärme ſo lange verliert, bis ſie zur Verdunſtungskälte abgekühlt worden." Von

Waſſergaſes $8\frac{1}{2}$ Gran, oder ſo enthielt mithin 1 Würfelfuß jener Luft 3,5 Gran Waſſer. Dieſem gemäß war dieſe Luft, weil der Punkt der Kältungs-Verdichtung ihres Waſſerdampfes 11°,1 C. unter ihrer Temperatur lag, ſehr trocken, und ſie hätte ſonſt noch 4 Gran Waſſer in 1 Würfelfuß ihrer ſelbſt aufnehmen können, um mit Waſſergas geſättigt zu ſein, d. i. um das ihrer Temperatur zugehörige Maximum der größten Waſſerdampf-Dichte darzubieten. Eine andere Beobachtung zeigte dagegen, bei gleicher Lufttemperatur eine doppelt ſo große Waſſergas-Dichte; denn der Thaupunkt fiel bei 17°,8 C. (= 14°,2 R.) was eine Waſſerdampf-Dichte von 14 Milliontel der Waſſer-Dichte und ſonach 7 Gran Waſſer in 1 Würfelfuß Luft vorausſezt; ſo daß alſo dieſe Luft nicht mehr voll $\frac{1}{2}$ Gran (zu Gas ausgedehntes) Waſſer würde haben aufnehmen können; während, wenn z. B. bei einer Hitze von 35° C. Luftwärme der jene nahe kommt die wir in dieſem Sommer (1835) in manchen Gegenden Süd-Deutſchlands an einigen Tagen hatten, die Luft das Maximum ihrer Waſſergas-Dichte erreicht hat oder vollkommen feucht iſt, und mithin der Thaupunkt durch die geringſte Abkühlung eintritt, ein Würfelfuß ſolcher Luft $19\frac{1}{2}$ Gran, und wenn ſie (wie es im Laufe dieſes Sommers in unſeren Gegenden einige Mal nahe der Fall war) hingegen bei derſelben Temperatur ſo trocken iſt, daß ſie den Thaupunkt erſt nach einer Temperatur-Erniederung bis zu 7°,5 C. (= 6° R,) erreichen läßt, dagegen nur $3\frac{1}{2}$ Gran Waſſer (in 1′ cub.) enthält, und unter dieſer lezteren Bedingung mithin noch 16 Gran Waſſer aufzunehmen vermag, um das Maximum ihrer Feuchte darzubieten. (Daß Luft der lezteren

dieſen Vorausſetzungen ausgehend, entwickelte A. eine in ſeiner zulezt angeführten Schrift (S. 7) verbeſſert mitgetheilte Berechnungsregel (Formel) mit welcher alle ſeine zeitherigen Beobachtungen auf das Genügendſte übereinſtimmten. Die a. a. O. von A. mitgetheilten Tafeln ſetzen in den Stand dergleichen Beobachtungen leicht in Rechnung nehmen zu können.

Der zuvor erwähnte Kryophor, oder Chryophorus, iſt eine Erfindung des verewigten Wollaſton. Man nimmt eine Glasröhre von willkürlicher Länge, z. B. von der Länge einer Barometerröhre, bläſ't an jedem Ende derſelben eine Kugel an, die ungefähr den 4fachen Querdurchmeſſer (etwa 1 Zoll) der Röhre hat, zieht die eine dieſer Kugeln in eine Spitze aus, füllt die andere dagegen faſt ganz mit Waſſer und bringt dieſes in's Sieden. Haben die Waſſerdämpfe die Luft ausgetrieben, ſo ſchmilzt man die Spitze der oberen Kugel vor dem Löthrohr zu, auf ähnliche Art wie beim Puls- oder Waſſer-Hammer. Die eine der Kugeln bleibt dann noch etwa zur Hälfte mit Waſſer gefüllt, während der übrige Hohlinhalt des Ganzen, ſtatt der vertriebenen Luft, nur Waſſergas von geringerer Spannung enthält. Taucht man nun die leere Kugel in ein Gemenge von Salz und Schnee, ſo friert binnen einigen Minuten das Waſſer in der anderen Kugel, in demſelben Verhältniß, in dem das Waſſergas der leeren Kugel durch das kaltmachende Gemiſch verdichtet und dagegen die Bildung neuen Waſſergaſes auf Koſten der Maſſe und der Wärme des Waſſers der anderen Kugel vermittelt und bewirkt wird. Statt die leere Kugel in jene Froſtmengung zu tauchen, kann man ſie auch mit Leinwand oder Badeſchwamm umhüllen, dieſen mit Aether feuchten, und entweder durch Schwingen in der Luft oder durch Verdünnen der die Kugel umgebenden Luft die Aetherverdunſtung befördern.

Art, zumal wenn ſie als trockener Wind, z. B. für unſere Gegenden, als Oſtwind herbeiweht und den bereits entſtandenen Dampf ſofort entführt, und ſomit in jedem nächſten Augenblick das durch die Dampfbildung im vorhergehenden Augenblicke erzeugte Verdampfungs-Hinderniß gleich wieder aus dem Wege räumt, in ſehr kurzer Zeit ganze Gegenden austrocknen, Wieſen bis zu ſog. Verbranntſein des Graſes dörren, Seen, Flüſſe ꝛc. ſehr ſeicht machen oder wohl gar trocken legen kann, leuchtet ein. Wird nun aber 1 Würfelfuß Luft von 7°,8 C. (oder von 8° C.) und einem Waſſer-Gehalte gleich 3,5 Gran mit Luft von 18°,9 C. (oder von 18° C.) und 7 Gran Waſſer-Gehalt vermiſcht, und ſo eine Luft von (7,8 + 18,9 divid. durch 2 =) 13°,35 C. erhalten, ſo kann dieſe noch nicht volle 5 Gran Waſſer enthalten, während ſie, nämlich 1 Würfelfuß derſelben (3,5 + 7 = 10,5; divid. durch 2 =) 5,25 Gran faſſen ſollte; es fällt alſo bei dieſer Vermiſchung aus den beiden Würfelfuß Luft etwas über ½ Gran und mithin aus jedem Würfelfuß dieſer vermiſchten Luft wenigſtens ¼ Gran nicht gaſiges Waſſer als Dunſt (oder vielmehr in Form von Dunſtbläschen-Hüllen) heraus, und noch mehr, wenn die Temperaturen beider Luftmaſſen beträchtlicher von einander abweichen, (wie, z. B. wenn Luft von 0° C. und von 25° C. zuſammenfließen; von denen die erſtere 4 mal ſoviel Waſſer enthalten kann, als die leztere) als im obigen Falle *). Daß auf ſolche Weiſe alſo viel des **Regens**, zumal des allmälig fallenden, zum Entſtehen gebracht werden muß, wenn kältere Lüfte in wärmere einſtürzen, oder wärmere in kältere ſich verbreiten, und daß dieſes dann mehr plötzlich und in mehr auffallenden Mengen vor ſich gehen wird, wenn Winde ſchnell umſpringen (z. B. bei Gewittern) iſt klar und **Hutton** hatte daher beachtungswerthen Grund dieſe Art der Ausſcheidung atmoſphäriſchen Waſſers als die Haupt-Bedingung des Regens aufzufaſſen; vergl. auch **Kämtz** Meteorologie I. Abſchn. 4. Wieviel aber unter dergleichen Bedingungen innerhalb gegebener Zeit die geſammte

*) **Hor. Ben. v. Sauſſure** beſtimmte durch eine Reihe von Verſuchen den **Waſſer-Gehalt** eines beſtimmten Volum's **der atmoſphäriſchen Luft**, für verſchiedene Grade ſeines Haarhygrometers und bei verſchiedenen R.'ſchen Temperatur-Graden. Hienach beträgt dieſer Gehalt, bei einem mittleren Barometerſtande von 27″ Pariſ., in Granen Nürnberger Medicinalgewichts ausgedrückt, ſo viel, wie folgende Zuſammenſtellung nachweiſet:

Hygrom. Grade.	Waſſer-Menge bei + 15°,2 R.	Waſſer-Menge bei + 6°,2 R.	Hygrom. Grade.	Waſſer-Menge bei + 15°,2 R.	Waſſer-Menge bei + 6°,2 R.
30	1,53 Gr.	0,92 Gr.	70	5,44	2,88
40	2,19	1,31	80	6,87	3,48
50	2,97	1,79	90	8,31	4,20
60	3,97	2,32	98	9,45	4,83

In **Genf** fand man in 10 nacheinander folgenden Jahren den mittleren Stand des mehr erwähnten Hygrometers, bei einer mittleren Luftwärme von 7°,81 R. gleich 80,8 Grad, auf + 6°,2 R. zurückgeführt mithin gleich 84°. Ein Pariſ. Würfelfuß freier Luft würde dort alſo, im Mittel 3,77 Gran Waſſer enthalten.

Atmoſphäre an tropfbarem Waſſer entlaſſen könnte, läßt ſich einigermaßen ſchätzen, wenn man mit einiger Sicherheit die Größe der z. B. täglichen geſammten Erdwaſſer-Verdampfung zu berechnen weiß; vergl. oben S. 144 — 145. Angenommen daß ſämmtliche Meere ſehr nahe eben ſo viel Waſſer verdampfen, als ihnen zufließt (oben a. a. O.; flöße ihnen merklich mehr zu, ſo würden ſie über ihre Ufer treten; abgeſehen von gewöhnlichen und von Sturm-Fluthen iſt dieſes aber nie der Fall) und daß, wie ältere Angaben ſolches behaupten, von der freien Luft ausgeſeztem Waſſer in den kalten wie in den wärmeren Himmelsſtrichen, ſo wie in der heißen Zone jährlich 40 Zoll hoch vergaſen (was in lezteren Himmelsſtrichen die größere Wärme an Waſſer zur Vergaſung bringt, nicht viel weniger dürften die Polarſtürme in erſteren der Luft zuführen) während in bedeckten Gefäßen nur 8 Zoll hoch Waſſer in Dampf übergehen würde, und ferner angenommen: daß, der erſteren Annahme gemäß, 1 geographiſcher Quadrat-Grad Waſſerſpiegelfläche täglich 33 Millionen Tonnen (Schiffs-Tonnen, deren jede 2000 wiegt) Waſſer als Gas entläßt (das mittelländiſche Meer z. B. alſo, bei 40 Längen- und 4 Breiten-Graden, d. i. bei 160 Quadratgraden täglich 5280 Mill. Tonnen), ſo würden, die geſammte Waſſerſpiegel-Fläche der Erdoberfläche nur zu 33000 Quadrat-Grade geſchäzt, von dieſer täglich über eine Million (nämlich 1089000) Tonnen Waſſers als Dampf in die Luft übergehen, was für das ganze Jahr, dieſes nahe zu 365¼ Tag gerechnet, nicht weniger als 397 757 000 und für 6000 Jahre 2 406 542 000 000 Tonnen betragen.

r) Dem Vorhergehenden gemäß läßt ſich aus dem Unterſchiede der Thermometerſtände der beiden zu P. Auguſt's Pſychrometer gehörigen Thermometer (des — bei nicht ganz mit Feuchtigkeit geſättigter Luft: jederzeit „höheren" Standes des „trocknen", und des unter gleicher Luft-Beſchaffenheit ſtets mehr niederen des feuchten Thermometers) die in der Luft enthaltene Waſſer-Menge, den Verdampfungs-Geſetzen gemäß, berechnen; Dr. Eckhardt zu Darmſtadt theilte, um dergleichen zeitraubende Berechnungen zu erſparen, in Geiger's, Liebig's und Trommsdorff's Annalen der Pharmacie, März-Heft 1835 (B. XIII. H. 3.) S. 360 ff. daſelbſt, nachſtehende Tafel des Waſſergehaltes der atm. Luft in Milliontheilen des Raumes ſammt folgender Anleitung zu deren Gebrauche mit:

Lufttemp. in C.=Gr.	Differenz des trockenen und befeuchteten Thermometers.												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
— 20	1,5	0,8	0,1										
19	1,6	0,9	0,2										
18	1,8	1,0	0,3										
17	1,9	1,1	0,4										
16	2,0	1,2	0,5										
15	2,1	1,4	0,6										
14	2,3	1,5	0,8										
13	2,4	1,6	0,9	0,1									
12	2,6	1,8	1,0	0,3									
11	2,7	2,0	1,2	0,4									
10	2,9	2,1	1,3	0,6									
9	3,1	2,3	1,5	0,7									
8	3,3	2,5	1,7	0,9	0,1								
7	3,5	2,7	1,9	1,1	0,3								
6	3,7	2,9	2,1	1,3	0,5								
5	4,0	3,1	2,3	1,5	0,7								
4	4,2	3,4	2,5	1,7	0,9	0,1							
3	4,5	3,6	2,8	1,9	1,1	0,3							
2	4,8	3,9	3,0	2,2	1,4	0,5							
1	5,1	4,2	3,3	2,4	1,6	0,8							
0	5,4	4,5	3,6	2,7	1,9	1,0	0,2						
+ 1	5,7	4,7	3,8	2,9	2,1	1,2	0,4						
2	6,1	5,1	4,1	3,2	2,3	1,4	0,5						
3	6,5	5,4	4,4	3,4	2,5	1,6	0,7						
4	6,9	5,8	4,8	3,7	2,7	1,8	1,0						
5	7,3	6,2	5,1	4,1	3,1	2,1	1,2	0,3					
6	7,7	6,6	5,5	4,5	3,4	2,4	1,4	0,5					
7	8,2	7,0	5,9	4,9	3,8	2,8	1,8	0,8					
8	8,7	7,5	6,4	5,3	4,2	3,2	2,1	1,1	0,2				
9	9,2	8,0	6,9	5,7	4,6	3,6	2,5	1,5	0,5				
10	9,7	8,5	7,3	6,2	5,1	4,0	2,9	1,9	0,9				
11	10,3	9,1	7,9	6,7	5,6	4,4	3,3	2,3	1,2	0,2			
12	10,9	9,7	8,4	7,2	6,0	4,9	3,8	2,7	1,7	0,6			
13	11,6	10,3	9,0	7,8	6,6	5,4	4,3	3,1	2,1	1,0			
14	12,2	10,9	9,6	8,3	7,1	5,9	4,8	3,6	2,5	1,4	0,4		
15	13,0	11,6	10,3	9,0	7,7	6,5	5,3	4,1	3,0	1,9	0,8		
16	13,7	12,3	10,9	9,6	8,3	7,0	5,8	4,6	3,5	2,4	1,3	0,2	
17	14,5	13,1	11,6	10,3	9,0	7,7	6,4	5,2	4,0	2,9	1,7	0,7	
18	15,3	13,8	12,4	11,0	9,6	8,3	7,0	5,8	4,6	3,4	2,2	1,1	
19	16,2	14,7	13,2	11,7	10,3	9,0	7,7	6,4	5,1	3,9	2,8	1,6	
20	17,1	15,5	14,0	12,5	11,1	9,7	8,3	7,0	5,8	4,5	3,3	2,2	
21	18,1	16,5	14,9	13,4	11,9	10,5	9,4	7,7	6,4	5,1	3,9	2,7	
22	19,1	17,4	15,8	14,2	12,7	11,2	9,8	8,4	7,1	5,8	4,5	3,3	
23	20,2	18,5	16,8	15,2	13,6	12,1	10,6	9,2	7,8	6,4	5,2	3,9	
24	21,3	19,5	17,8	16,1	14,5	12,9	11,4	10,0	8,5	7,2	5,8	4,5	
25	22,5	20,6	18,9	17,1	15,5	13,8	12,3	10,8	9,3	7,9	6,5	5,2	3,9
26	23,8	21,8	20,0	18,2	16,5	14,8	13,2	11,6	10,1	8,7	7,3	5,9	4,6
27	25,1	23,1	21,2	19,3	17,5	15,8	14,2	12,6	11,0	9,5	8,1	6,7	5,3
28	26,4	24,4	22,4	20,5	18,7	16,9	15,2	13,5	11,9	10,4	8,9	7,5	6,1
29	27,9	25,8	23,7	21,7	19,8	18,0	16,3	14,6	12,9	11,3	9,8	8,3	6,8
30	29,4	27,2	25,1	23,0	21,1	19,2	17,4	15,6	13,9	12,3	10,7	9,1	7,7
31	31,0	28,7	26,5	24,4	22,4	20,4	18,5	16,7	15,0	13,3	11,6	10,1	8,5
32	32,6	30,3	28,0	25,8	23,8	21,7	19,8	17,9	16,1	14,3	12,7	11,0	9,4
33	34,4	31,9	29,6	27,3	25,2	23,1	21,1	19,1	17,3	15,4	13,7	12,0	10,4
34	36,2	33,7	31,2	28,9	26,7	24,5	22,4	20,4	18,5	16,6	14,8	13,1	11,4
35	38,1	35,5	33,0	30,6	28,2	26,0	23,8	21,8	19,8	17,8	16,0	14,2	12,5

„Dieſe Tafel hat doppelte Eingänge, und gilt für C.=Grade beider Thermometer. Die erſte Columne links gilt für die Grade des trocknen, die Luft=Temperatur anzeigenden Thermometers, und die oberſte Horizontalreihe von 0 bis 12 entſpricht den Differenzen des trocknen und befeuchteten Thermometers. Die Tafel in ihrem Innern gibt dann die, jeder Lufttemperatur und jeder Differenz beider Thermometer entſprechende Waſſermenge, in Milliontheilchen des Raumes. Stände z. B. das trockne Thermometer auf 12 Grad, während die

Differenz beider Thermometer 4 Grad betrüge, ſo würden in einem Cubikraum der Atmoſphäre von einer Decimalruthe gerade 6 Cubikzoll tropfbares Waſſer als Dampf zugegen ſein. Wäre die Differenz 0 geweſen, ſo würde die Atmoſphäre für dieſe Temperatur vollſtändig mit Waſſerdampf geſättigt erſchienen ſein, und bei gleichem Raum 10 und ⁹/₁₀ Cubikzoll tropfb. Waſſer im Gas-Zuſtande enthalten haben. Je geringer die Differenz beider Thermometer, deſto näher rückt der Waſſerdampf-Gehalt der Atmoſphäre dem Sättigungspunkte und deſto größer wird die Wahrſcheinlichkeit eines Niederſchlags oder Regens ſein". (Vergl. oben S. 209 u. S. 212 Anm.) Inſtrumente der Art von vorzüglicher Genauigkeit, fügt E. hinzu, werden von dem Mechanikus Andreas Loos zu Darmſtadt zu ſehr billigen Preiſen verfertigt.

Dieſer Tafel läßt E. a. a. O. eine tabellariſche Ueberſicht der während der Jahre 1830 — 1834 zu Darmſtadt beobachteten Regentage (im Mittel: jährlich 51) folgen, welche als Muſter zu dergleichen zu entwerfenden meteorologiſchen Tafeln dienen kann. Das Nähere der Einrichtung dieſer Regen-Tafel beſteht in Folgendem: Wie in der vorhergehenden Tafel folgen auch hier die ſenkrechten Abtheilungen (Columnen) von der Linken zur Rechten in der Weiſe, daß die äußerſte linke Abtheilung die Ueberſchrift Luft-Temperatur darbietet, während ſie ganz unten, im lezten ihrer Horizontal-Abſchnitte das Wort Summe enthält, das auch in der äußerſten rechts befindlichen Abtheilung als „Ueberſchrift" vorkommt, während der Zwiſchenraum zwiſchen dieſer äußerſten rechten und jener äußerſten linken ſenkrechten Abtheilung, oben die allgemeine Bezeichnung Differenz der beiden Thermometer trägt, unmittelbar darunter aber, in derſelben horizontalen Richtung mit den Zahlen 0 1 2 3 4 5 alſo verſehen iſt, daß jede einzelne dieſer Zahlen einer ſenkrechten Abtheilung zur Ueberſchrift dient, indem die geſammte mittlere Abtheilung, ähnlich wie die äußerſte rechte und äußerſte linke, und dieſen gleichlaufend zunächſt durch ſenkrechte Linien abgetheilt, dann aber auch (mit beiden äußerſten gemeinſchaftlich) durch wagrechte Linien in gleich große Quadraträume abgeſchnitten erſcheint. Die Temperaturen der äußerſten linken Abtheilung beginnen mit 0° C., als der für Regnung möglichſt tiefen, und enden mit jener im Schatten, gegen Norden beobachteten höchſten Luft-Wärme, welche im Laufe des ganzen Zeitabſchnittes (z. B. wie in der erwähnten Tafel: binnen 5 Jahren) wahrgenommen wurde. Hienach zerfällt nun die äußerſte linke ſenkrechte Abtheilung in quadratiſche Abſchnitte, in denen nach einander von 0° C. herab bis zur beobachteten höchſten Luftwärme dergeſtalt die Luft-Temperaturen folgen, daß jedem Quadrate ein Temperatur Grad angehört, dem dann zur Seite nach der Rechten hin, von ſenkrechter zu ſenkrechter Abtheilung der mittleren Columnen, die beobachteten einzelnen Regentage durch ſenkrechte Striche eingemerkt werden, deren Einzel-Summe das demſelben

wagrechten Abſchnitte entſprechende Quadrat der äußerſten linken Columne eingetragen zeigt, während das unterſte Quadrat dieſer äußerſten linken Columne die Geſammt-Summe aller Regentage darbietet; dieſe dividirt durch die lezte der obigen Zahlen, durch 5, giebt dann den Inhalt der allgemeinen, unter den lezten (unterſten) Quadraten befindlichen Unterſchrift: Jährliche Regentage im Mittel =.

s) Dalton's Verſuche (oben S. 210) gewährten zugleich, woran es bis dahin mangelte, eine genaue Begriffs-Beſtimmung deſſen, was man (zum Unterſchiede von Luft oder luftiger Flüſſigkeit) Dampf nennt. Indem er nämlich die ſchon von Volta gekannte Wahrnehmung: daß bei gleichen Temperaturen die Verdampfung im luftvollen Raume in derſelben Menge vor ſich gehe, wie im luftleeren und daß mithin in einem gegebenen Raume bei gegebener Temperatur nur eine dieſer Temperatur entſprechende beſtimmte Menge Waſſers verdampfen könne (oben S. 185) beſtätigte, ermittelte er nicht nur für jeden Temperatur-Grad die Größe des Druckes, den der zum Marimo ſeiner Dichte gelangte Dampf, vermöge ſeiner Spannung, bei jeder Temperatur auszuüben vermag, ſondern zeigte auch (was jedoch vor ihm Volta und Scopoli bereits erwieſen hatten; m. Experimentalphyſ. 2te Aufl. II. 643): daß ſich ein im Marimo ſeiner Spannung befindlicher Waſſer-Dampf nicht wie Luft zuſammendrücken laſſe, ſondern bei jedem Drucke der Art, eine der daraus hervorgegangenen Raum-Einengung entſprechende Menge tropfbaren Waſſers entlaſſe, und daß alſo der Gegendruck des Dampfes nicht (wie jener der Luft) mit zunehmendem Zuſammendruck dieſem entſprechend wachſe, ſondern unverändert derſelbe bleibe, während hingegen nicht zum Marimum ſeiner Spannung angelangter Dampf, ſich beim Zuſammendrücken ſo lange gleich der Luft verhält und in ſich, dem wachſenden Zuſammendruck gemäß zunehmenden Gegendruck entwickelt, bis er das Spannungs-Marimum erreicht hat, von wo an er ſich dann, wie bemerkt, in Dunſt zu verkehren und theilweiſe als Tropfen niederzuſchlagen beginnt. Endlich that D. auch mit größerer Beſtimmtheit, wie ſolches früherhin von Anderen geſchehen, dar, was eigentlich die Einſicht in das Weſen des Thaupunktes begründete, daß Dampf, der ſein Marimum der Dichte nicht erreicht hat, zu demſelben gebracht werden kann: mittelſt fortgeſezter Temperatur-Minderung, wo dann, wenn es endlich erreicht iſt, jede weitere Wärmeminderung Thau-Fällung zur Folge hat; oben S. 159 und 182 ff. und 188 Bem. γ). Kennt man nun die Temperatur des Thaupunktes, ſo iſt damit auch, den vorliegenden hieher gehörigen Beſtimmungen Dalton's ꝛc. die der Temperatur entſprechende Spannung des atmoſphäriſchen Waſſerdampfes und hiemit deſſen Dichte (oben S. 188) bekannt, woraus ſich dann die Menge des Waſſers ſelbſt berechnen läßt. Auguſt zeigte ſpäterhin

(in deſſen Ueb. d. Fortſchr. d. Hygrometrie. S. 8 ff.) daß man die dem Thaupunkte zugehörige Spannung in Pariſer Linien, bei mittlerem Barometerſtande, ſchon einigermaßen genau finde: wenn man ein Drittheil der in R.'ſchen Graden ausgedrückten Temperatur-Differenz beider Thermometer von dem Spannungs-Maximum, das der Verdunſtungskälte entſpricht, abzieht. Für jede Linie Abweichung des Barometerſtandes beträgt die Correction dann noch ein Tauſendtheil der ſo beobachteten Temperatur-Differenz, das man addirt bei Barometerſtänden unter und „ſubtrahirt" bei denen „über" dem mittleren Barometerſtande. — Die von Auguſt (a. a. O. S. 11 ff.) mitgetheilte Tafel der Expanſionen (Spannungen) des Waſſerdunſtes (Waſſerdampfes) für R.'ſche Grade in Pariſer Linien, ſammt denen ihnen angehängten Gebrauchs-Regeln, ſezt in den Stand mit Leichtigkeit den Feuchtigkeits-Zuſtand (das Maaß der Luftfeuchte) aus gegebenen Pſychrometer-Beobachtungen zu berechnen. (Auch Prof. v. Schmöger machte einige Jahre zuvor hieher gehörige, zu Nürnberg 1829 erſchienene Tafeln bekannt.) Dividirt man die zum Thaupunkt gehörige, in Zahlen ausgedrückte Spannung des atmoſphäriſchen Waſſerdampfes durch die Zahl der Spannung des Maximums, ſo erhält man einen Quotienten, mit welchem man das Gewicht eines Würfelraumes der Luft (z. B. eines Cubikfußes) von der gegebenen Temperatur nur zu multipliciren braucht, um das Gewicht des in ſolchem Würfelraume enthaltenen Waſſerdampfes zu erhalten. Von ſelber verſteht ſich, daß man, um von dieſer Regel Gebrauch zu machen, zuvor das Gewicht eines Würfelraumes Luft von allen Temperaturen kennen muß. Folgende von Auguſt a. a. O. (S. 15) mitgetheilte Tafel zur Beſtimmung des Waſſerdampfgewichtes im Maximum für Pariſer Würfelfüße und R.'ſche Grade berechnet, enthält einen ziemlich genauen Ausdruck des abſoluten Gewichtes eines Pariſer Würfelfußes von der beigeſezten Temperatur, ausgedrückt in Granen:

Grade.	Gran.	Grade.	Gran.	Grade.	Gran.	Grade.	Gran.	Grade.	Gran.
— 20	0,60	— 10	1,54	0	3,65	+ 10	7,90	+ 20	15,88
19	0,66	9	1,69	+ 1	3,96	11	8,50	21	16,97
18	0,73	8	1,85	2	4,29	12	9,14	22	18,11
17	0,81	7	2,03	3	4,64	13	9,81	23	19,32
16	0,89	6	2,23	4	5,01	14	10,53	24	20,60
15	0,98	5	2,42	5	5,42	15	11,30	25	21,96
14	1,08	4	2,63	6	5,86	16	12,11	26	23,38
13	1,18	3	2,86	7	6,33	17	12,97	27	24,90
12	1,29	2	3,10	8	6,82	18	13,89	28	26,47
11	1,41	1	3,36	9	7,34	19	14,85	29	28,14

„Der Barometerſtand, fügt A. a. a. O. hinzu, hat auf die Zahl der Tafel keinen Einfluß, weil Dalton zufolge ſich (bei ein und derſelben Temperatur) eben ſo viel Dampf in der Luft bildet als im leeren Raume," wohl aber hat die Barometerhöhe Einfluß auf das Gewicht eines Cubikraumes Luft von beſtimmter Temperatur,

und dadurch mithin auch auf das zuvor erwähnte Produkt; man muß daher nicht nur den Einfluß aller Temperaturen ſondern auch jener aller möglichen Barometerſtände auf die Luft kennen, wenn man das Gewicht eines gegebenen Würfelraumes derſelben feſtſetzen will, und auch ſelbſt wenn die Größen dieſes Einfluſſes genau bekannt ſind, ſo wird in Beziehung auf freie Luft (und von dieſer allein handelt es ſich bei meteorologiſchen Unterſuchungen) dennoch das Berechnungs-Ergebniß nur im hohen Grade annähernd aber nicht unbedingt richtig ſein: weil außer dem Waſſerdampfe ſtets noch mancherlei andere Dämpfe, feinſter Staub (Sonnenſtaub) ꝛc. in der atmoſph. Luft ſich befinden, deren Menge und Artung und deren Gewicht bei bekannten Barometerhöhen und Thermometerſtänden in den meiſten Fällen, wenn nicht in allen nicht nur ſo gut wie unbekannt, ſondern ſelbſt auch unbeſtimmbar ſind.

t) Aus dem Obigen folgt: daß es für die Verhältniß-Beſtimmungen des atmoſphäriſchen Waſſergaſes wichtig iſt zu wiſſen 1) um wieviel die Temperatur durch Waſſer-Verdampfung vermindert wird, bei verſchiedenen Temperaturen der den Dampf enthaltenden Luft und 2) in welchem Verhältniß die Kälte-Erzeugung durch Verdampfung bei beſtimmten Minderungen des Luftdruckes wächſt? Gay-Luſſac ſtellte hieher gehörige Verſuche mit künſtlich ausgetrockneter Luft an, die er bei verſchiedener Wärme und verſchiedenem Drucke gegen gefeuchtetes Thermometer ſtrömen ließ, und erhielt nachſtehende Ergebniſſe: Bei einem Barometerſtande von 28,07 Pariſer Zoll bewirkte das Waſſerverdampfen bei einer Temperatur

von	0° R.	eine	Temperaturminderung			von	4°,65 R.
—	4	— —	—	—	—		5,81 —
—	8	— —	—	—	—		7,17 —
—	12	— —	—	—	—		8,65 —
—	16	— —	—	—	—		10,18 —
—	20	— —	—	—	—		11,76 —

und während bei derſelben Lufttemperatur, nämlich bei der von 10° R., die Temperaturverminderung bei 28″,07 Par. Barometerhöhe 7°,88 R. betrug, kam ſie bei einem Barometerſtande von 24″,01 Par. 8°,4 R., und bei einem von 18″,47 9°,6 R. gleich, woraus denn folgt: daß die Kälte-Erzeugung durch Waſſerverdampfen in der freien (als ſolche ſtets mehr oder weniger waſſerhaltigen) Luft am größten ſein wird zur Zeit der höchſten Luftwärme und des tiefſten Barometerſtandes, und wirklich zeigt ſie ſich auch in Beziehung auf Luftwärme am ſchwächſten Morgens (wo ſie, Schübler zufolge, für Süddeutſchland — im Frühling und Sommer — nur 1 bis 2 Grade beträgt), am ſtärkſten Nachmittags zwiſchen 2 und 4 Uhr, d. i. zur heißeſten Zeit des Tages (wo S. ſie zu den genannten Jahreszeiten in Süddeutſchland 6°,7 R. bis 8° R. groß beobachtete).

u) Kennt man Spannung und Menge des atmoſphäriſchen

Waſſerdampfes, ſo läßt ſich mittelſt des gleichzeitig beobachteten Barometerſtandes auch finden: welchen Antheil an demſelben die trockne Luft ſelbſt, und welchen der in ihr befindliche Waſſerdampf hat, Beſtimmungen, die begreiflich für die Erklärung vieler meteoriſchen Phänomene ungemein wichtig ſind. Folgende, aus Schübler's Meteorologie (S. 56) entlehnte Tafel, enthält die hiezu, ſo wie zur Ermittlung der in gegebenen Würfelräumen Luft befindlichen Waſſermenge die erforderlichen Ergebniſſe, wie ſie aus Dalton's hieher gehörigen Spannungs- und auf den Grund von Gay-Luſſac's Beſtimmungen der Waſſerdampfmenge hervorgegangen; lezterer gemäß wiegt ein Pariſer Würfelfuß Waſſerdampf im Maximum ſeiner Sättigung (ſeiner Dichte) bei Waſſerſiedhitze 325,8 Gran Nürnberger Medizinalgewicht *). Die erſte ſenkrechte Abtheilung der Tafel enthält die Temperaturen des Thaupunktes oder der Waſſergas-Sättigungen der Luft, die zweite und dritte die Größe jenes Druckes, welchen das Waſſergas bei der genannten Thaupunkt-Temperatur ausübt, berechnet in Säulen von Merkur und von Waſſer, und die vierte und fünfte das Gewicht des Waſſers in einem Würfelfuß Luft, ausgedrückt in Nürnberger und in Preußiſchen Granen.

Wie man ſieht, halten in dieſer Tafel die Spannungen und damit denn auch die verhältlichen Mengen des atmoſphäriſchen Waſſers mit den Temperaturen keineswegs gleichen Schritt, zum Beweiſe, daß hier außer der Wärme (und der mit der Temperatur wachſenden Wärmecapazität des Dampfes; ſ. w. u.) bei den verſchiedenen Temperaturen noch andere Wirkſamkeitsverhältniſſe, z. B. die Adhäſion des Waſſerdampfes vergl. oben S. 196), Abänderungen in der Raumerfüllungsſtärke (Dichte) hervorrufen. Wenn Luft mit Waſſerdampf geſättigt erſcheint, ſo fallen Lufttemperatur und Thaupunkt zuſammen (z. B. in ſtarken feuchten Nebeln, Wolken ꝛc.), im Gegentheil iſt die Lufttemperatur etwas höher, mithin das Luftvolum dann etwas größer und der Waſſergasgehalt etwas geringer; ſie verhält ſich dann wie die beiden Temperaturen entſprechenden Spannungen. Es ſey z. B. die Lufttemperatur 22° R., die Thaupunkttemperatur hingegen 15° R., ſo verhält ſich die zu berechnende Waſſermenge eines Würfelfußes zu jener von 13,06, wie ſich verhält 11,877 zu 2,093, und ein Würfelfuß ſolcher Luft enthält dann 8,47 Gran Waſſer. Es zeige ſich der Thaupunkt bei einer Barometerhöhe von 27" 3‴ (mittlerer Barometerſtand von Erlangen, nach Hildebrandt's Beſtimmung) bei + 9° R.; wie viel trägt von dieſer Merkurſäulenhöhe die Luft, und wie viel das ihren Raum mit erfüllende Waſſergas? (Siehe S. 223 Zeile 3 von unten.)

*) Berechnet aus dem von Gay-Luſſac angewandten Gramme-Gewicht; nämlich 1 franz. Gramme zu 16,104 Nürnberger oder 16,4184 Preuß. Medizinalgewicht gerechnet. Ueber das Verhältniß dieſer beiderlei, in der nachfolgenden Tafel vorkommenden Gewichtsgrößen vergl. m. Grundz. I. 25 ff. —

Thaupunkt-Temp. nach Reaumur.	Waſſergas-Spannung		Waſſer-Menge in einem bei der bemerkten Temper. mit Waſſerdampf geſättigten	
	in Par. Lin. Merkur-Gegendruckhöhe.	in Par. Zoll. Waſſer-Gegendruckhöhe.	Par. Wrflf. Luft in Nürnb. Gr.	Preuß. Wrflf. Luft in Pr. Gr.
+ 30°	20,603	23,28	23,88	21,97
29	19,083	21,56	22,44	20,61
28	17,788	20,10	20,98	19,30
27	16,459	18,70	19,66	18,09
26	15,536	17,56	18,45	16,98
25	14,523	16,41	17,25	15,87
24	13,622	15,39	16,16	14,87
23	12,722	14,37	15,15	13,94
22	11,877	13,42	14,19	13,06
21	11,010	12,44	13,29	12,23
20	10,245	11,58	12,44	11,45
19	9,502	10,74	11,65	10,72
18	8,815	9,96	10,89	10,02
17	8,185	9,25	10,18	9,37
16	7,510	8,48	9,41	8,75
15	7,093	8,01	8,89	8,18
14	6,620	7,48	8,31	7,65
13	6,147	6,94	7,75	7,13
12	5,708	6,45	7,20	6,63
11	5,291	5,98	6,70	6,17
10	4,908	5,63	6,26	5,76
9	4,548	5,14	5,83	5,37
8	4,222	4,77	5,43	5,00
7	3,818	4,31	5,05	4,65
6	3,512	3,97	4,69	4,32
5	3,343	3,77	4,37	4,02
4	3,073	3,47	4,04	3,72
3	2,837	3,20	3,73	3,45
2	2,623	2,96	3,47	3,20
1	2,431	2,74	3,24	2,98
0	2,251	2,54	3,02	2,78
— 1	2,082	2,35	2,80	2,58
2	1,925	2,17	2,61	2,40
3	1,767	1,99	2,41	2,22
4	1,621	1,83	2,24	2,06
5	1,497	1,69	2,06	1,90
6	1,373	1,55	1,81	1,76
7	1,272	1,43	1,76	1,62
8	1,171	1,32	1,63	1,50
9	1,069	1,20	1,51	1,39
10	0,990	1,12	1,39	1,28
11	0,923	1,04	1,28	1,19
12	0,855	0,96	1,19	1,10
13	0,788	0,89	1,12	1,03
14	0,731	0,83	1,05	0,97
15	0,675	0,76	0,99	0,91

Bei 9° R. iſt die Spannung des Waſſergaſes, laut vorſtehender Tabelle, gleich 4''',548 Pariſer; dieſe von 27'' 3''' abgezogen bleiben für die Luftſpannung (oder für den aus dieſer Spannung erwachſenden

Gegendruck) 26″ 10‴,452. Dividirt man die Spannung des Waſſergaſes bei der Thaupunkt-Temperatur durch die Spannung bei der Lufttemperatur, ſo drückt der Quotient das Verhältniß der wirklich vorhandenen Luftfeuchte zu der zur Erreichung des Luftfeuchte-Maximums (oder Sättigung) erforderlichen Menge aus, und ſezt man die Maximumsfeuchte der Luft gleich 1000, ſo verhält ſich die Spannung des Waſſergaſes bei der beobachteten Temperatur der Luft, zu jener bei der Temperatur des Thaupunkts, wie das Luftfeuchte-Maximum zu der wirklichen Luftfeuchte; es falle der Thaupunkt, wie oben zur Zeit, da die Luft + 22° R. zeigt bei + 15° R., ſo verhält ſich das geſuchte Maximum der Luftfeuchte (x) zu 10,009, wie ſich vorſtehender Tabelle gemäß verhält 11,877 (Spannung in Pariſer Lin. Merkurhöhe bei 22° R.) zu 7,093 (Spannung ꝛc. bei 15° R.), d. i. wie 5972. Da nun das Waſſergas eines Würfelfuß Luft bei 22° R. höchſtens 14,19 Nürnberger Gran betragen kann, ſo erhält man, dieſe gleich 1000 geſezt, für einen Würfelfuß, wie oben, wieder 8,47 Gran. Man ſieht hieraus, daß man auch bei dem Hygrothermometer, indem man den Abſtand zwiſchen größter Luftfeuchte und größter Lufttrockne in gleich große Theile zerfallen läßt, Abtheilungen oder Feuchtgrade hervorgehen laſſen kann, welche den gewöhnlichen Hygrometergraden entſprechen. Vergl. Schübler a. a. O. S. 57 und oben S. .

v) Prof. Erman ſtellte vergleichende Beobachtungen mit dem Haarhygrometer, dem Pſychrometer und dem (Daniell'ſchen) Thermohygrometer an, woraus hervorging: daß, wenn ſich das erſtere am weiteſten von dem Pſychrometer entfernte, das leztere dieſem am nächſten kam, und umgekehrt; jedoch ſchließt ſich, allgemein genommen, hinſichtlich dieſer Angaben, das Thermohygrometer dem Pſychrometer näher an, als das Haarhygrometer; vergl. Auguſt in ſeiner mehr erwähnten Schrift S. 20 u. ff. *) — Stellt man zwei vollkommen gleiche Thermometer, nach Art der Einrichtung des Pſychrometers, an einen hinreichend kalten Ort (z. B. auf das äußere Fenſtergeſims zur Winterzeit) mittelſt eines paſſenden Geſtelles ſenkrecht ſo neben einander auf, daß die Kugeln beider Inſtrumente unten frei hervorragen (oder enthüllt man die verhüllte Thermometerkugel des Pſychrometers gänzlich) und bringt nun unter die eine der Kugeln dergeſtalt ein kleines Gefäß mit reinem Waſſer, daß dieſes die Kugel umfließt und deren Glashülle näßt, entfernt darauf das Waſſergefäß und überläßt die Vorrichtung ſich ſelber, ſo erfolgt zuerſt ein raſches Sinken des naſſen Thermometers bis mehrere Grade unter 0°, darauf aber ein plözliches

*) „Die früheſten Pſychrometer-Beobachtungen ſind, bemerkt Auguſt a. a. O. S. 21, in Carlsruhe vom (verſtorbenen) Prof. Böckmann im Sommer 1802 zwei Tage hindurch, zur Controlle des damals neuen Leslie'ſchen Hygrometer's (deſſen in ein Pſychrometer verwandelten Differential-Thermometers; vergl. oben S. 81 u. 112) angeſtellt worden. B. hatte die Kugel des einen Thermometers mit Goldſchlägerhäutchen umgeben und in Waſſer eingetaucht.

Steigen bis 0°,2 oder doch bis 0°,0, wo es dann bis faſt 5 Minuten verbleibt, bevor es von Neuem ſinkt. Es erfolgt nämlich während dieſer Zeit die Vereiſung des Waſſers an der Oberfläche des Thermometers, und es kann dieſer Verſuch daher in doppelter oder vielmehr in dreifacher Weiſe lehrreich werden; einmal, um das Pſychrometer zu beobachten, wenn das Waſſer bereits gefroren iſt; es erlangt nämlich das beeiſ'te Thermometer noch etwa 10—15 Minuten ſeinen tiefſten Stand, den es dann in gleichem Maaße beſtändig behauptet, wie das befeuchtete ſeinen Thaupunkt bei höheren Temperaturen (die Differenz iſt aber ſtets nur geringe, theils weil im Winter die Luft ihrem Feuchtſättigungspunkte größtentheils ſehr nahe iſt, theils weil überhaupt in ſo niederen Temperaturen geringe Differenzen der Spannung auf größere Abſtände des Thaupunktes von der Luftwärme ſchließen laſſen; Auguſt a. a. O. S. 23); dann, um in der Kürze ſehr auffallend das Freiwerden der Wärme beim Erſtarren des Waſſers zu zeigen, und endlich auch, Falls man die Vorrichtung in ſehr trockne, unter 0° kalte Luft bringt, um das Verdampfen des Eiſes nachzuweiſen. Auguſt beobachtete bei hieher gehörigen Verſuchen zwei verſchiedene Kältungspunkte, die etwa 2°,4 R. (= 3° C.) von einander fernen. Den erſten dieſer Punkte ſtellt jener ſchwache Hauchbeſchlag dar, welcher nur bei mäßig niederen Temperaturen bemerkbar, bei ſehr niederen hingegen gar nicht ſichtbar wird, und der bei Temperaturen von — 0° R. bis — 3° R. erſcheint, ohne den anderen im Gefolge zu haben; dieſer zweite beſteht in dem plötzlichen Gefrieren des an den Goldreifen gehörig angehäuften Waſſers, und kann als Punkt der Hauchvereiſung bezeichnet werden. Dieſe Vereiſung ſelbſt aber wird durch jene Wärme aufgehalten, welche beim erſten Erſtarren frei geworden, und erſt wenn dieſe durch Mittheilung und Entſtralung entfernt worden, kann es zur eigentlichen Eisringbildung kommen. Bei Temperaturen von — 3° R. bis — 8° R. kann man beide Punkte ziemlich deutlich unterſcheiden, bei noch niederern Temperaturen bemerkt man gewöhnlich nur den lezten, und iſt die Luft nahe feuchtſatt, ſo nimmt man auch oft noch bei niedrigen Graden allein nur den erſten Punkt wahr. Auguſt a. a. O. S. 23 ff.

w) Daß ſich die Lage des Thaupunktes nach der Temperatur der Tages- und Jahreszeiten richten werde, folgt ſchon aus dem oben (Bem. o S. 148 ff.) Erwähnten. Morgens und in der kälteren Jahreszeit, wo die Luft ihrem Feuchtungsmaximum am meiſten nahe kommt, liegt der Thaupunkt der Lufttemperatur am nächſten; Mittags und in der wärmeren Jahreszeit hingegen, wo die Luft nahe zur größten Trockne gelangt iſt, fernt der Thaupunkt von der Lufttemperatur unterhalb derſelben am beträchtlichſten. In London fand ihn Daniell, in den Sommermonaten, im Mittel um 3° R. unter der Lufttemperatur, im December bis Mitte Januar hingegen, wo dort die Luft am

meiſten feucht erſcheint, nicht ſelten nur 0°,78 R., und im Frühling hingegen häufig ſelbſt um 9° R. unter der Luftwärme. Gewöhnlich nimmt (in unſeren Breiten) die Spannung des atmoſphäriſchen Waſſergaſes vom Januar bis Auguſt zu, und, entſprechend dem Wärmewechſel des Jahres, von hier aus wieder bis zu Ende des Jahres ab. In unſeren Gegenden fand ſie Schübler in der wärmeren Jahreszeit gewöhnlich 5—6 Pariſer Linien, im Frühling und Herbſt zwiſchen 2—3, und in den Wintermonaten zwiſchen 1—2 Linien. Im Sommer enthält ein Pariſer Würfelfuß Luft bei uns gewöhnlich 6—7 Gran Waſſer, im Frühling und Herbſt 5—4 und ſelbſt nur bis 3 Gran Waſſer, und in den Wintermonaten gemeinhin nur 1—2 Gran. Obgleich nun in der wärmeren Jahreszeit der Waſſergehalt der Luft häufig doppelt ſo groß iſt, als in der kältern, ſo fernt dennoch in der erſteren die Luft weit mehr von ihrer Feuchtſättigung, als in der lezteren; weßhalb denn auch in der erſteren der Thaupunkt weit tiefer liegt, als man der in der Luft vorhandenen großen Waſſermenge zufolge erwarten ſollte; wie denn auch die Haar- ꝛc. Hygrometer in der wärmeren Jahreszeit gewöhnlich weit größere Lufttrockne anzeigen, als in der kälteren. Indeſſen ändert ſich alles dieſes zum Theil ſehr beträchtlich durch den Einfluß der Winde, wie denn in London die Spannung des atmoſpähriſchen Waſſergaſes bei Südwind 4,315, bei Südweſt 4,065, bei Weſt 3,796, bei Nordweſt 3,169, bei Nord hingegen nur 2,945, bei Nordoſt 2,889, bei Oſt 3,293 und bei Südoſt 3,797 Linien betrug; bei uns ſind Nordoſt und Oſt die trockenſten Winde. Je weiter vom Meere, je niederer die mittlere Luftwärme, je höher die Lage des Ortes, um ſo mehr waſſerarm iſt die Luft; nichtsdeſtoweniger verdichtet ſich in höheren Gegenden die Luftfeuchte eher zu Nebel, Thau oder Regen, als in niederen: weil mit der zunehmenden Höhe die Lufttemperatur in einem größeren Verhältniß abnimmt, als der Thaupunkt. Dalton zufolge vermindert ſich in England die mittlere Luftwärme aufwärts bei 506 Pariſer Fuß um 1° R., der Thaupunkt fällt aber erſt bei 822 Fuß um 1° R., mithin nähern ſich beide Punkte für jede Erhöhung von 822 Pariſer Fuß um 0°,62 R. und fallen daher endlich (in der Wolkenregion) zuſammen, was hienach bei 7955 Pariſer Fuß eintreten wird, Falls, was in unſeren Gegenden zur Sommerszeit oft vorkommt, der Thaupunkt in der unterſten Luftſchicht, nahe der Erdfläche, um 6° R. tiefer liegt, als die Temperatur dieſer Luftſchicht (wenn er z. B. bei 18° R. Luftwärme bei 12° R. fällt) *). Wie ſich der Waſſergehalt nördlicher, d. i.

*) Daß nun aber jene nahe 7955 Fuß von der Erdfläche fernende Wolken-Luftſchicht, obgleich Lufttemperatur und Thaupunkt in ihr zuſammenfallen, dennoch bei gleichem Rauminhalt weniger Waſſer enthält, als die untere Luftſchicht ergibt ſich, wenn man erwägt: daß die Temperatur der Wolken-Luftſchicht eine weit tiefere, in vorliegendem Falle nur + 2°,3 R. betragende iſt; eine Luft von dieſer niederen Temperatur enthält aber nur 3,56 Gran Waſſer (vergl. die Tafel S. 217), eine Luft-

kälterer Gegenden zu dem der mehr ſüdlichen, d. i. wärmeren (unſerer nördlichen Erdhälfte) verhält, beſagen folgende von Daniell unternommene Beſtimmungen und Berechnungen der Waſſerdampfſpannung. D. zufolge iſt nämlich im Mittel der Druck des atmoſphäriſchen Waſſergaſes, bei einer geographiſchen Breite von

0 Grad	gleich	7,817	Lin.	50 Grad	gleich	1,701	Lin.
10 —	—	6,899	—	60 —	—	0,954	—
20 —	—	5,678	—	70 —	—	0,638	—
30 —	—	4,200	—	80 —	—	0,526	—
40 —	—	2,654	—	90 —	—	0,492	—

In Gegenden in welchen es bei großer mittlerer Luftwärme nicht an Waſſer fehlt, um mittelſt deſſen theilweiſen Verdampfung die Luft ihrer Feuchtſättigung nahe zu bringen, und in denen die täglichen Temperatur-Aenderungen ſehr klein ſind, d. i. in den Aequatorial-Gegenden, tritt in Beziehung auf Lufttemperatur und Thaupunkt ein ähnliches Verhältniß ein, wie auf den Höhen nahe der Wolken-Luftſchicht; es liegen nämlich in ſolchen heißen Gegenden beide Punkte einander nahe und (bei Meeresnähe ſehr nahe), der Waſſer-Gehalt ſolcher Lüfte iſt aber verhältnißmäßig ſehr groß, und die geringſten nächtlichen Temperatur-Erniederungen veranlaſſen (während der trockenen Jahreszeit und der in jenen Gegenden gewöhnlichen, die Wärme-Entſtralung ſehr begünſtigenden Himmels-Klarheit) die ſtärkſten Thau-Fällungen, weshalb denn auch in ſolchen Gegenden heimiſche Gewächſe, wenn ſie in unſere Treibhäuſer verſezt werden, nur dann einigermaaßen gedeihen, wenn man die ſie umgebende warme Luft ſtets hinreichend feucht erhält; wiewohl die ihnen ſo wohlthätige Thau-Bildung dennoch an ihnen kaum zu Stande kommt, da die ihnen entſtralende Wärme großen Theils wieder zu ihnen zurückkehrt. Kapitän Sabine fand den Thaupunkt unter den Wendekreiſen, ſelbſt in heißeſten Tagesſtunden, ſelten mehr als 4°,4 R., häufig nur 2°,2 R. unter der Lufttemperatur. Die Luftfeuchte betrug auch in den trockenſten Tagesſtunden 750 (das Maximum derſelben gleich 1000 geſezt; vergl. oben Bemerk. u S. 221), ſtieg nicht ſelten zu 850 und war im Mittel 910; Schübler fand ſie in unſeren Gegenden an warmen Sommertagen gewöhnlich nur gleich 640 — 650; Nachmittags verminderte ſie ſich oft auf 520 bis zu 500 und in den trockenſten Nachmittags-

ſchicht von 12° R. (Temp. des Thaupunktes) hingegen 7,2 Gran. Uebrigens berechnen ſich obige 7955 Fuß Höhe, wie folgt: (822 mal 6 d. i.) 4932 dividirt durch 0,62 gibt den Quotienten 7955 (oder vielmehr genauer: 7954,8387 ...). — Hienach bedarf es in den höher gelegenen Schichten weit geringerer Temperatur-Erniedrigungen um Thau-Bildung zu veranlaſſen, als in den niederen, und Pflanzen welche andauernd eine mäßige Feuchtung bedürfen um kräftig zu gedeihen, z. B. Alpenpflanzen, Gebirgsgräſer, Mooſe, Flechten ꝛc. werden Gegenden: nahe der Wolken-Luftſchicht oder zu derſelben gehörend erfordern, um den zu ihrer Feuchtung erforderlichen Thau, gemäß ihrer durch Wärme-Entſtralung, kühlende Winde ꝛc. verlangten Temperatur-Minderung an ſich ſelber und an ihrem Boden niederzuſchlagen.

Stunden wo der Thaupunkt manchmal 13° bis 14° R. unter der Lufttemperatur lag, erſchien ſie zuweilen bis auf 390, ja ſelbſt bis auf 370 vermindert. In Thälern, in welchen die Sommerluft (wegen theilweiſen Rückempfanges der Stralwärme) nächtlicher Weile weit weniger erkaltet, als auf angränzenden Höhen oder als auf freien Ebenen, bleibt ſich das Luftfeuchte-Verhältniß mehr gleich und dergleichen Thäler ähneln dann, wenn ſonſt der Boden dem Pflanzenthume günſtig, hinſichtlich ihrer Pflanzen-Wachsthums-Beförderung, mehr den wärmeren Himmelsſtrichen. — In Nieder-Aegypten und in einigen Gegenden an der Küſte von Peru regnet es nie (James Hutton in Gren's Journ. d. Phyſ. IV. 440), dagegen giebt es in Oſtindien Plätze, wo man in der naſſen Jahreszeit ein Regenfallen bis zu 104 engl. Zoll beobachtet haben will (a. a. O. S. 448); in beiderlei Gegenden iſt die Luftwärme ſehr beträchtlich, in den erſtern aber ohne Zweifel der Abſtand des Thaupunkts von der Lufttemperatur höchſt bedeutend, in der lezteren zur bemerkten Zeit hingegen gleich 0. In dem ſchmäleren Meere-nahen Theile des Feſtlandes von Amerika fällt auf einer gegebenen Fläche Land mehr Regen, als auf einem ebenſo großen des Continents der alten Welt, und auch mehr als in dem breiteren des der neuen Welt (a. a. O. S. 451). Vergl. auch oben S. 151.

Auf jenen Einfluß der Winde, welchen dieſe auf den Waſſer-Gehalt der Luft ausüben, gründen ſehr wahrſcheinlich auch die jährlichen Haupt-Regenzeiten ganzer Länder und Erdtheile; wie denn, nach L. v. Buch, die „an den Gränzen der heißen Zone im Winter fallenden Regen," und ebenſo die im ſüdlichen Europa regelmäßig eintretenden Herbſtregen, und, Dove zufolge, auch die Sommer-Regen Mittel-Europas und die von D. nachgewieſenen Frühlings-Regen von Süd-Europa (Poggendorff's Ann. XXXV. 375) aus jenen Waſſer-reichen Luftſtrömen der Aequatorial-Gegenden hervorgehen, welche an den äußerſten Gränzen der Paſſate*) herabfließen; vergl. oben S. 150 Anm. ff. und S. 176,

*) Die Paſſate oder Paſſatwinde gehören zu den beſtändigen d. h. zu jenen Winden, welche ſich in gewiſſen Erdſtrichen ununterbrochen erneuen und daher in derſelben Haupt-Richtung das ganze Jahr hindurch wehen; während die veränderlichen oder Wechſel-Winde in gewiſſen Jahres- oder Tages-Zeiten mehr oder weniger regelmäßig wechſeln, und die unbeſtändigen oder jeweiligen an beſtimmte Zeiten, weder ihrer Entſiehung noch ihrer Dauer nach geknüpft ſind. Zu den beſtändigen Winden gehört außer den Paſſaten auch jener Weſtwind, der ununterbrochen an der Seite der Wendekreiſe, in der geogr. Breite von 28 — 30 Grad weht, während die Paſſaten ſtets öſtlich wehen, dabei jedoch, innerhalb der Wendekreiſe, halbjährig in ihrer Stärke abwechſeln; weßhalb ſie auch von Einigen irrig mit den Jahreszeiten-Winden oder Mouſſons verwechſelt worden ſind, die ſich jedoch von ihnen in Abſicht auf Richtung dadurch unterſcheiden: daß ſie nach Ablauf gewiſſer Zeitdauern in vollkommen oder doch nahe entgegengeſezte Richtungen übergehen. Man nennt die Paſſate auch die regelmäßigen Oſtwinde der heißen Zone, wiewohl ſie noch etwas über dieſelbe hinaus (z. B. zwiſchen dem 10 und 28. Grad ſüdlicher Breite als 80) wahrgenommen, für manche Gegenden aber auch, dem

ſo wie m. Arch. f. Chem. u. Meteorol. IX. 114 ff. Anm. Was hie-

---

öſtlichen Theile ihrer Richtung nach gänzlich unterdrückt werden (z. B. durch jene kalte Gebirgsluft, welche von den Cordilleren herab, den ſüdöſtlichen Paſſat von Chile bis Panama, längs der Küſte in faſt ununterbrochenen Südwind verwandelt, während die auf Guinea in Maſſe zuſtürzende Seeluft auf ähnliche Weiſe den SO Paſſat in faſt beſtändigen SW umwandelt). Sie entſtehen in Folge der ſtarken Erwärmung der in der heißen Zone befindlichen Luft und der in dieſer Erdgegend größten Umſchwungs-Geſchwindigkeit der Erde. Vermöge der erſteren Urſache ſchnellt die Luft innerhalb der Wendekreiſe nicht nur beſtändig in die Höhe, ſondern auch zu größeren Höhen hinauf als in denen beiden zu beiden Seiten der heißen Zone gelegenen, nördlichen und ſüdlichen gemäßigten Zonen, von oben aus dann ſtets nach den Polen hin (d. h. in jene Richtungen hin, in welchen die Umſchwungs-Schnelle der Erde geringer und mehr ſchief gegen die Anziehung der Erde gerichtet und mithin dieſe Anziehung größer iſt, als in der Aequatorialgegend, wo die Schwungrichtung, vermöge der dort größeren Erhebung der Erdfläche, an ſich größer iſt und der Schwere mehr geradlinig entgegenwirkt, abfließend, während ſie unten von den größeren und kälteren Breiten und von den Polen her ſtets wieder durch kältere Luft erſetzt wird (oben S. 9 Anm. S. 40 ff.); beiderlei Lüfte, die der Aequatorial-Gegend entſteigende und die von Norden und Süden her dem Aequator zufließende, ſchwingen mit der Erde in der Richtung von W nach O um deren Axe, die zufließenden aber mit geringerer Geſchwindigkeit, weßhalb ſie etwas gegen Weſten zurückbleiben und daher eine Bewegung von Oſten her zu haben ſcheinen. Am größten wird dieſe Wirkung dort hervortreten wo innerhalb der heißen Zone die Sonne am meiſten erwärmend wirkt, d. i. in demjenigen Theil, der die Sonne gerade über ſich hat; da dieſes aber in einem Theile des Jahres (zwiſchen der Herbſt- und Frühlings-Nachtgleiche) die ſüdliche Seite des Aequators, in dem andern (zwiſchen der Frühlings- und der Herbſt-Nachtgleiche) die nördliche trifft, ſo wird ein halbes Jahr hindurch die erſtere, das andere die leztere Seite den ſtärkſten Paſſat haben, und da das Zuſtürzen der Luft auf der einen Seite von Süden auf der anderen von Norden her vor ſich geht, ſo wird der Paſſat der ſüdlichen Seite ein beſtändiger SO, jener der nördlichen ein ſteter NO ſein. Daß dieſe Erklärung der Paſſate naturgemäß ſei, beweiſen die beobachtete entgegengeſezte Luftſtrömung in den entſprechenden Höhen; das Herabfließen des nordwärts, von Südweſt her gerichteten Aequatorial-Luftſtromes, als einen über den unteren nordöſtlichen Paſſat (deſſen Richtung entgegen) hinwegſtreichenden, gewahrte L. v. Buch am Pic (Pico de Teyde) von Teneriffa, und noch auffallender ließ ſich dieſer obere Gegenſtrom wahrnehmen bei dem, im Jahr 1812 erfolgten Ausbruch des Vulkans auf St. Vincent, da, während des Paſſat von Weſten her dunkle Wolken nach Barbados getrieben wurden. Da die Südhälfte der Erde kälter iſt, als die Nordhälfte, ſo rückt der nördliche Paſſat weiter gegen Norden vor, als der ſüdliche gegen Süden, und ſo fällt der reine Oſtpaſſat nicht über dem Aequator, ſondern über denſelben etwas nordwärts hinaus. Regelmäßig wehen übrigens die Paſſate nur auf dem offenen Ozean; auf dem Lande bewirken Ungleichheit der Erwärmung, Höhenzüge ꝛc. und an den Küſten die See-Winde, wie zuvor bemerkt mannigfache Abänderungen und Umſtimmungen. Der Oſtpaſſat und die andern beiden Paſſate, ſo weit ſie in deſſen Nähe ſtreichen, ſind ſchwach, weil die unten zuſtrömenden Lüfte ſchon nahe die Umdrehungs-Schnelle der Aequatorialluft haben. Die Mouſſons ſind ohnſtreitig gleichfalls Folge ungleicher Erd-Erwärmung durch die Sonne, allein, da ſie nur gewiſſen Küſten, hauptſächlich des indiſchen Meeres angehören, ſo muß zu der Art ihrer Wechſel die Lage und Beſchaffenheit ſolcher Küſtenländer weſentlich beitragen. Das indiſche Meer ſelbſt hat während der nördlichen Abweichung der Sonne SW, während der ſüdlichen NO als herrſchende Winde; aber die beiden Haupt-Länder die es einſchließen, haben zu gleicher Zeit ſehr ungleiche Temperaturen, und daſſelbe gilt auch von ſeinen Inſeln und denen dieſen gegenüber gelegenen Küſtenländern. So wehet zwiſchen Madagascar und denen weſtwärts gegenüber gelegenen Küſten des heißen Feſtlandes von Afrika

bei die Regen-Fällung bewirkt iſt die Gegenwirkung der von Nor-

---

vom Oktober bis Mai SO, vom Mai bis zum Oktober aber W; ſo zwiſchen Arabien und Malabar vom April bis Oktober SW, übrigens NO; zwiſchen Madagascar und Sumatra vom Mai bis Oktober SO, dann NW; von Sumatra längs der chineſiſchen Küſte, vom Oktober bis Mai NNO, außerdem SW, und an der braſilianiſchen Küſte vom September bis April NO, hierauf SW. Ueber Vorzeichen der Mouſſon's ſ. oben S. 141. — Zu den regelmäßigen Wechſelwinden gehören auch die Land- und See-Winde (auch ſtündliche Winde genannt), von denen erſtere Nachts (als zu dieſer Zeit durch Abkühlung dichtere Lüfte) vom Lande der See zu, und leztere am Tage (als um dieſe Zeit kühlere und daher dichtere Lüfte) von der See dem Lande zu wehen, die ſich mehr oder weniger Land- und See-einwärts erſtreckend, die unbeſtändigen Winde des erſteren und die Hauptluftſtrömungen der lezteren abändern; am Tage entſteigen dem ſtärker als das Meer erhizten Lande heiße Lüfte und fließen oben ſeewärts ab, während die kühlere Seeluft unterwärts dem Lande zuſtrömt; bei Nacht kühlt ſich das Land durch Wärme-Entſtralung ſchnell und um ſo ſtärker ab, je klarer der Himmel iſt (oben S. 108 und 122), während die Meeres-Oberfläche die Wärme bindend und ſchlecht leitend zurückhält; die Landluft fließt um dieſe Zeit unten dem Meere zu und die Seeluft oben nach dem Lande hin ab. An den Küſten in der heißen Zone wechſeln die ſtündlichen Winde beſonders regelmäßig. Aber auch auf dem Lande kommt es täglich zweimal zu entgegengeſeztem Winde; einmal wehet ein ſchwacher Oſtwind kurz vor Sonnenaufgang und dann ein ſchwacher Weſtwind bald nach Sonnenuntergang; erſterer wird am merkbarſten in der wärmeren Jahreszeit, lezterer im Frühling und im Spätherbſte; beide ſind Erzeugniſſe des täglichen Temperaturwechſels, und je größer der Unterſchied dieſer Temperaturen, um ſo ſtärker und um ſo länger wehen ſie auch. Auch Erdhöhlen, zumal jene künſtlichen (die Gruben der Bergwerke) mit ſenkrechten Oeffnungen (mit Schachten) und mit wagrechten (Stollen) gewähren regelmäßige Luftzug-Wechſel, wo die kühle Luft des Sommers zu den Stollen heraus in die wärmere Außenluft ſich ergießt, während dieſe ſich in den Schacht hinein verbreitet, Winters hingegen die untere kalte Außenluft durch den Stollen in die Grube ſtürzt und deren wärmere Luft zu dem Schacht hinaustreibt. Zu den merkwürdigſten unbeſtändigen Winden gehören, außer den gewöhnlichen Gewitter-Winden und Stürmen (oben S. 135) 1) die heißen Steppen-Stürme: a) der Harmattan auf den Weſtküſten Afrikas, der über das Meerr hinweg Sicilien erreichend ſtatt heißen, durch Reibung zum Theil elektriſchen Staubes der Wüſte, Waſſerdampf aufnimmt und dann als Sirocco Sicilien und das übrige Italien, die Küſten Griechenlands und ſelbſt Kleinaſiens beſtreicht (ſ. W. Black's Beob. in m. Archiv. f. Chem. und Met. I. 399 ff.) und manchmal ſelbſt bis in unſere Gegenden einzuwogen ſcheint; b) der Samiel oder Samium in den Sandflächen und angränzenden Ländern Arabiens; und c) der Som-Jeli oder die ſog. Peſt, der während der Juli- und Auguſt-Hitze zuweilen in Syrien und Arabien hervorbricht, und, was vielleicht auch von den übrigen gilt, urſprünglich ein Gewitterſturm zu ſein ſcheint, der, indem er über weite ſtark erhizte Sandflächen hinwegſtreicht beträchtliche Temperatur-Steigerungen erleidet; 2) der Miſtral oder Mäſtrale Süd-Frankreichs hauptſächlich der Provence (beſonders gefürchtet zu Marſeille) ein das Thermometer nicht ſelten um 8° bis 10° C. herabdrückender NNW oder ſtatt deſſen auch WNW; 3) die Bora, ein NO, der im ganzen adriatiſchen Meere zu herrſchen ſcheint, an einigen Punkten nicht ſelten ſehr heftig wird (z. B. zu Trieſt, wo ſie vorzüglich im Winter wehet, 3 Tage, aber öfters auch, mit geringer Unterbrechung 8—14 Tage anhält, und aus einer Kluft oder Spalte des Monte Spaga herab einbricht; zu Fiume und Quarnero, auf den Inſeln Cherſo und Oſero, die davon ganz kahl ſind, längs der Dalmatieniſchen Küſte bis Raguſa, ſehr heftig zwiſchen Sebenico und dem Vorgebirge della Planca ꝛc.) zu Venedig hingegen nur zuweilen und noch ſeltener zu Udine wehet; 4) der Skiron der alten Griechen und 5) der Cercius

den her zu- und einſtürzenden kalten Lüfte (oben S. 176), deren

---

der Römer, die beide, wie jezt der Miſtral, durch Kälte ſich Nachtheil bringend auszeichneten und ebenfalls aus nördlichen Himmelsgegenden herbei wehten; ꝛc. Ueber dieſe und mehrere andere Winde, ſo wie überhaupt über *Entſtehung*, *Artung*, *Verbreitung* und *Wirkung* der *Winde* vergl. m. Meteorologie II. 2. S. 361—382. Wo Winde ſchief aufeinander ſtoßen erzeugen ſie *Wirbel*, wo ſie in gleichen horizontalen Schichten gegeneinander treffen erzwingen ſie *örtliche* und *jeweilige Windſtille*, die aber gemeinhin zu Gunſten des einen oder des andern Windes in neue Wehung übergeht (ſo daß der eine Wind den andern gleichſam vor ſich hertreibt, zwiſchen demſelben und ihm ſelber längere oder kürzere Zeit hindurch Windſtille bewirkend; vergl. m. Arch. f. Chemie und Meteorolog. V. 357 ff.). Da die Luft bei jedem Einſtürzen des Windes in Wellen-Bewegung geräth, ſo wird auch örtliche Verſtärkung ihres Wogens beim Zuſammentreffen von je zwei Wellenbergen, oder je zwei Wellenthälern und damit eine der Urſachen der *Windſtöße*, und ebenſo örtliche und jeweilige Beruhigung (einige Zeit hindurch dauerndes Nachlaſſen des Windes) durch Zuſammenwogen des Wellenthales der einen und des Wellenberges der folgenden Windwoge eintreten müſſen, was, wenn von verſchiedenen Orten aus die Wogen hintereinander mit ungleicher Geſchwingizkeit entwickelt werden, wie ſolches z. B. bei Gewittern nicht ſelten der Fall ſein möchte, manche hieher gehörige Erſcheinung aufhellt. Ueber das Verhältniß der Winde zur *Wellen-Bildung* ſ. oben S. 23, zu den *wäſſrigen Niederſchlägen* der Luft und ihren *Elektricitäten*, ſ. oben S. 141 ff. und 151—155. Ueber regelmäßige *Aenderungen* der *Windrichtungen*; ſ. S. 151 Anm. Die *Richtung* der *Winde* zeigt die *Wind-* oder *Wetter-Fahne* oder *Anemoskop* an; ſ. m. Meteorologie II. 2. S. 323. Dieſe muß möglichſt frei- und leichtbeweglich und nach allen Seiten dem freien Zufließen der Luft ausgeſezt ſein. Man erreicht dieſen Zweck, wenn man ſie 1) ſo hoch errichtet, daß die zufließende Luft nicht von anderen hohen Gegenſtänden aufgefangen oder von denſelben zum Abprallen und Rückfließen gebracht, und von einzelnen aufſteigenden heißen Luft-, Rauch- ꝛc. Strömen (z. B. der Schornſteine) nicht einſeitig berührt wird; 2) wenn man ſie bei großer Länge des breiteren Theiles (der eigentlichen Fahne) möglichſt haltbar und unbiegſam herſtellt, und eine Form ertheilt, welche einen möglichſt großen Unterſchied hinſichtlich ihrer beiden Enden, ihres ſchmalen und ihres breiten Theiles geſtattet, und 3) wenn man ihre Axe ſich auf einem harten, unveränderlichen Körper, z. B. auf einem Jaspis-freien Achat, oder möglichſt reinen Feuerſtein bewegen läßt. Man erfüllt dieſe Bedinguugen, wenn man der durch Vergoldung gegen nachtheilige Witterungs-Einflüſſe (Roſten ꝛc.) geſchüzten Windfahne *Pfeilform* ertheilt, ſo daß der breitere (hintere) Pfeiltheil mit ihrer Fläche ſenkrecht, der vordere Spitzentheil aber an beiden Seiten ſcharf zugerandet und mit ihnen wagrecht geſtellt iſt. Auch iſt es zweckmäßig dieſen vorderen mit der Spitze endenden Pfeiltheil möglichſt zu kürzen, indem man ihm an Gewicht zugibt, was ihm, um dem breiten Theile das Gleichgewicht zu halten, an Länge abgeht. Man erreicht dieſen Vortheil, wenn man den ſchmalen vorderen Pfeiltheil aus Platin-Stahldamaſt, den hinteren breiten Flügeltheil hingegen aus gewöhnlichen Gußſtahl verfertigen, beide mittelſt Schweißung verbinden und dann vergolden läßt. Kann man von dergleichen Windfahnen mehrere in *verſchiedenen Höhen* (z. B. auf hohen Häuſern und auf hohen Kirchthurmſpitzen) anbringen, ſo hat man den Vortheil die Windänderungen beobachten zu können: wie ſie (gemeinhin) in größeren Höhen beginnen und zu den tieferen Luftſchichten ſich fortpflanzen. Auch iſt es zweckmäßig, neben der beſchriebenen Art ſolche Windfahnen herzurichten, deren breitere Theil wagrecht liegt, und die ſich in *ſenkrechter* Richtung um ihre Axe zu drehen vermögen, damit man ſich in den Stand geſezt ſieht die *Schiefe* zu ſchätzen, unter welcher der Wind aufſtößt. Die Bewegung der Windfahne iſt übrigens ſtets Folge des Stoßes, den die „nach Aufhebung ihres Gleichgewichts abfließende oder ſtrömende Luft“ (d. i. der Wind) einſeitig auf die *Widerſtand* leiſtende Windfahne ausübt, und der für dieſe *ungleich* wird, weil ſie mit ihrem breiteren Theile

Wirkung, nach Dove, folgender Weiſe ſtatt hat: 1) zur Zeit der

---

viel, mit ihrem ſchmäleren wenig unzertheilbare Gegenfläche darbietet; vergl. oben S. 28 und 41 Bem. 6. Bei völliger Windſtille ſteigt der Rauch ſenkrecht auf; wo irgend Spannung und Druck der Luft ſtellenweiſe zu- oder abnimmt, was hauptſächlich durch Temperatur-Aenderungen und deren Folgen bewirkt wird, erfolgt auch Aufhebung des Luft-Gleichgewichts, und damit Wind-Entſtehung, die um ſo mehr verſtärkt hervortritt, je größerer die Spannungs- und Druckunterſchiede ſind, welche die Aufhebung des Gleichgewichts begleiten. Die Stärke der Winde mißt man mittelſt der Windmeſſer oder Anemometer (a. a. O. II. 2. S. 524 ff.). Eines der am leichteſten herſtellbaren, iſt das von Lampadius benuzte; an gleich lange Fäden freiſchwebend aufgehängte, gleich große Kork- und Blei-Kugeln, deren Bewegung durch den Wind an einem paſſenden in Graden getheilten Halbkreisbogen gemeſſen wird; wenn ein dergleichen Korkkugel-Pendel bis zu 30—40 Grad von ſeiner ſenkrechten Schwebe abgelenkt erſcheint, behauptet dieſelbe die Bleikugel noch ungeſtört. Oertel's Windmeſſer iſt zugleich ein Anemometer; ſ. a. a. O. Leslie benuzte zu gleichem Zwecke ſein Differential-Thermometer, indem er deſſen Abkühlung durch Wärme-Entſtralen verhütete, dagegen die Verdunſtungs-Schnelle des die eine der Kugeln näſſenden Waſſers ꝛc. mittelſt der vom Winde beſtrichenen Luft, als Maßſtab der Windesſtärke in Anwendung brachte; a. a. O. 528. Er nannte das alſo abgeänderte Differential-Thermometer Pyroskop und nuzte es zugleich als Atmometer (Atmidometer) oder Verdunſtungs-Meſſer, wozu er jedoch ſpäterhin ein eigenes (S. 534 a. a. O. beſchriebenes) Inſtrument erfand, das übrigens auch als Windmeſſer in Gebrauch genommen werden kann. Da die von Schmidt und Howard verbeſſerten (Alkohol- oder Aetherdampf ſtatt verdünnter Luft enthaltenden) Differential-Thermometer (a. a. O. S. 529) empfindlicher ſind als die hieher gehörigen Vorrichtungen Leslie's und Rumford's, und noch empfindlicher erſcheinen, wenn man Ritſchie's Vorſchlag zu Folge die Hohlkugeln ſtatt aus Glas aus dünnem Metall beſtehen läßt, ſo würde man ſich zu Windſtärke-Meſſungen vielleicht vortheilhaft ſolcher nach R. eingerichteten Differential-Thermometer bedienen; wahrſcheinlich dürfte aber zu gleichem Zwecke eine dem Pſychrometer ähnliche Vorrichtung nicht nur ausreichen, ſondern alle übrigen Anemometer an Empfindlichkeit, wie an Beſtimmtheit übertreffen, Falls man durch einen unmittelbar vorangehenden Verſuch mit derſelben, aber gegen die Wind-Bewegung geſchüzten Luft, zuvörderſt die Größe derjenigen Temperatur-Erniederung feſtſezte, welche das Inſtrument angibt, ſofern es als Pſychrometer wirkt, und wenn man bei dem darauf folgenden anomometriſchen Verſuch genau die Zeit mäße, welche zur Erzeugung der Verdunſtungs-Kälte von einem beſtimmten Grade erfordert wird; der ſtärkſte Wind wird die ſchnellſte Verdampfung, und damit in der kürzeſten Zeit die größte Verdampfungs-Kälte zu Stande bringen. Wie man mit einer Vorrichtung ähnlicher Art auch die Richtung des Windes würde finden können? Siehe a. a. O. 329. Ueber den Einfluß des Windes auf barometriſches Höhenmeſſen; ebendaſ. Der Einfluß des Windes auf das Barometer iſt, in Abſicht der davon abhängigen höchſten und tiefſten Barometerſtände nicht in allen Gegenden gleich; im Durchſchnitt ſteht das Barometer in Deutſchland am höchſten bei N und NO, bei O nicht ſelten lange Zeit hindurch gleichförmig hoch, während es gewöhnlich bei SO zu ſinken beginnt, bei S und SW am tiefſten fällt, und bei W und NW ſich wieder zu heben anfängt. L. v. Buch fand, v. Beguelin's zu Berlin angeſtellten 4jährigen Beobachtungen gemäß, den Barometerſtand im Durchſchnitt bei S um 3,56 Pariſer Linien tiefer, als bei NO; bei S war er 2,13; bei SW 1,58; bei W 0,06 und bei SO 0,64 Par. Lin. tiefer, bei NW dagegen um 0,66, bei N um 1,13, bei O um 1,17 und bei NO um 1,43 höher als den mittleren Barometerſtand (oben S. 226) zu Berlin. Erfolgt Schnee (in der Regel durch Herbeifließen ſüdlicher wärmerer Luft zu der kalten nördlichen des Beobachtungs-Ortes; oben S. 227) oder Regen bei nördlichen oder öſtlichen Winden, ſo fällt das Barometer (ſchon zuvor) ſtets tiefer als bei ſüdlichen Winden, und vor dem Schnee-

nördlichen Abweichung der Sonne*) d. i. zur Sommer-Zeit,

fall ſtets tiefer als vor dem Regen, von welcher Richtung auch der Wind her weht. Zeichnet man den jedem beobachteten Winde zukommenden Barometerſtand, wie ihn täglich gemachte vieljährige Beobachtungen im Durchſchnitt geben, und zugleich auch den mittleren Barometerſtand des Beobachtungs-Ortes auf eine Windroſe (S. 154 Anm.), ſo ſind es gewöhnlich zwei vollkommen oder doch nahe entgegengeſezte Windrichtungen, deren zugehörige Barometerſtände jenem mittleren entſprechen, während die übrigen meiſtens zur einen Hälfte über, zur anderen unter ihn hinausgehen, wie ſolches die von L. v. Buch nach vorliegenden hieher gehörigen gleichzeitigen Wind- und Barometer-Beobachtungen entworfenen, in Fig. 1 und Fig. 2 der II. Steindrucktafel abgebildeten barometriſchen Windroſen für Berlin und Middelburg darthun; vergl. L. v. B.'s Abh. in den Abhandl. der königl. Akad. d. Wiſſ. zu Berlin. Berlin 1820. 4. S. 83 und 104. Für Berlin erreicht hienach das Barometer die allgemeine mittlere Barometerhöhe nahe bei Weſtwind und nahe bei OSO, für Middelburg läuft die Linie der mittleren Barometer-Höhe nahe von OSO nach WNW. — Die Stärke des Windes iſt eigentlich das Erzeugniß der zugehörigen Luft-Druckgröße und der mit ſich ſelber multiplicirten (Stoß erzeugenden) Fließungs-Geſchwindigkeit des Windes, indeſſen nimmt man gewöhnlich die leztere Größe für ſich betrachtet als die der Windes-Stärke, und unterſcheidet in dieſer Hinſicht (vorzüglich den hieher gehörigen Bezeichnungen von Lind und Rouſe gemäß) nach den Strecken welche die Winde in gewiſſen Zeiten (in Stunden und daraus berechnet in Sekunden) durchlaufen, oder nach ihren Stunden- und Sekunden-Geſchwindigkeiten folgende:

Benennung der Winde.	Geſchwindigkeit		Stärke oder Stoßgewalt gegen d. Fläche von 1 rh. Geviertfuß, gleich dem Druck von
	in 1 Secunde in rhn. Fuß.	in 1 Stunde in geogr. M.	
Säuſeln: gelindes angenehmes Wehen (jolie brise)	9,7 Fuß	1,4 Meil.	0,137 bürgerl. Pfund.
Fächeln: lebhaftes Wehen (jolie souffle)	10,0	1,5	0,141
Wehen: lebhafter oder friſcher Wind (Vent frair)	19,4	2,9	0,970
Sauſen: ſtarker Wind (Vent grand frair)	29,1	4,2	2,183
Brauſen: heftiger Wind (Vent violent)	48,5	7,3	6,166
Toſen: ſtürmiſcher Wind (Vent très-violent)	68,0	10,3	11,876
Sturm: ſtoßender Wind (Tempête)	77,7	11,7	15,518
Sturmbrauſen: ſtürzender Wind oder heftiger Sturm (grande Tempête)	97,1	14,7	24,245
Sturmbrauſen oder Orkan (Ouragan)	116,5	17,6	34,916
Sturmtoſen oder heftiger, Bäume entwurzelnder Orkan (Ouragan violent)	145,6	22,0	54,534

Eines der vorzüglichſten Anemometer iſt das Lind'ſche, das denen bei Gebläſen gebräuchlichen ſog. Windwagen oder Windproben ähnelt; es läßt nämlich den Luftſtoß auf das in zwei zuſammenhängenden, ſenkrecht parallelen Röhren befindliche Waſſer wirken. Der Höhen-Unterſchied ſolchen vom Luftſtoß getroffenen

*) Vergl. m. Grundz. II. 98 ff. Der Himmel erſcheint uns wie eine unſere Erde umfaſſende große, bei Tag oder bei hellen Nächten (in Folge einer Geſichts-Täuſchung) oben, im Scheitel, etwas abgeplattete Hohlkugel, deren Innenfläche die Geſtirne

wo der Paſſat am weiteſten nördlich wehet, haben für unſere nördliche Erdhälfte die Aequatorial-Luftſtröme die größte Mächtigkeit

---

Waſſers beider Schenkel, weiſet die Stoßhöhe jenes Theiles des Windes nach, welcher, mittelſt einer am oberen Ende des einen Schenkels angebrachten wagrechten Röhre, in horizontaler Richtung ſich wirkſam bewies. Beſtimmt man hingegen jene *Stoßgröße* des Windes, welche derſelbe in ſenkrechter Richtung gegen Ebenen von bekannter Ausdehnung entwickelt: in Waſſerhöhen, ſo hat man nur zu berechnen welche Lufthöhe von durchaus gleicher Dichte ſolcher Waſſerhöhe entſpricht, und dieſe berechnete Lufthöhe 2mal zu nehmen, um die *Geſchwindigkeit* des Windes zu erhalten; m. Grundz. II. 200. Auch mittelſt des Schalles, da deſſen Geſchwindigkeit um die des Windes vermehrt oder vermindert wird, je nachdem der Wind mit oder gegen den Schall wehet, würde ſich *die Geſchwindigkeit der Winde meſſen laſſen*. — *Saunders* zufolge iſt die menſchliche Stimme, wenn ſie ohne Anſtrengung laut wird, in freier Luft gegen 70 Fuß weit vernehmbar; da nun der Wind nicht nur die Schall-*Schnelle* um ſeine eigene Geſchwindigkeit, ſondern zugleich auch in demſelben Verhältniſſe deſſen *Stärke* erhöhet oder ſchwächt, ſo wird man auch aus der größeren oder geringeren Ferne, aus der man bei windigem Wetter im Freien ſprechen hört, auf die Größe der Wind-Geſchwindigkeit ſchließen können. Zur Tageszeit, wenn die Sonne den Erdboden und damit die denſelben berührende Luft erhizt und ſo deren unaufhörlich ſich erneuendes Aufſchnellen zu Wege bringt, wird jedoch die Schallſtärke an ſich, wie deren Erhöhung durch Wind-Zuwehen, wegen ſolchen Luft-Aufſteigens, ſtets mehr oder weniger geſchwächt (wie man denn auch bei *Nacht* nicht nur *weiter* und für größere Fernen *deutlicher* hört, ſondern auch *Klänge* und *Töne* in *größerer Reinheit* vernimmt, als zur Tageszeit; auch wenn man im erſteren Falle keineswegs im Aufmerken weniger geſtört iſt, als ſolches zur Nachtzeit in der Regel der Fall zu ſein pflegt); auf ähnliche Weiſe wie mit Brauſewein oder Brauſebier gefüllte und angeſtoßene Gläſer nicht nur nicht klingen, ſondern auch ſchwächeren Schall verbreiten, als wenn ſie mit Flüſſigkeiten gefüllt erſcheinen, in welchen keine Luftblaſen aufſteigen.

(Sterne, Sonne und Mond) darbietet, während jede in Gedanken durch das Auge gelegte und zu ihr hinreichende Ebene an ihr einen großen Kreis abſchneidet; die wagrechte oder Horizontal-Ebene (oben S. 153 Anm.) einen *Horizontalkreis*, die ſenkrechte oder Vertikal-Ebene einen *Vertikalkreis*. Die eine Hälfte der Himmelskugel fällt über, die andere unter den Horizontalkreis des Beſchauers, und da jeder andere Ort auf der Erde, und ſomit auch jedes andern Menſchen Auge eine andere Horizontal-Ebene hat, ſo ſieht auch jeder Beſchauer ſeine eigene, nur in Beziehung auf ihn gegebene Himmelskugel-Hälfte, und ſo viel verſchiedene Augen ſich gen Himmel richten, oder, allgemein genommen, ſo viel verſchiedene Punkte man ſich auf der Erde zu denken vermag, in eben ſo verſchiedenen Lagen werden auch die Geſtirne zu einerlei Zeit ſolchen Einzelaugen oder Einzelpunkten ſich darbieten. Fährt man nun nächtlicher Weile fort den geſtirnten Himmel zu beſchauen, ſo wird man bald gewahr, daß viele (die meiſten) Sterne ihre gegenſeitige Stellung d. i. ihre Lage nicht merklich ändern, während ſie (die deßhalb auch *Fixſterne* heißen — ſammt jenen wenigen, welche ihre Lage ändern und darum Wandel- oder Irr-Sterne genannt werden) — insgeſammt binnen wenigen Stunden einer gemeinſchaftlichen Geſammtſtellungs-Veränderung unterworfen erſcheinen. Sterne, die wir bei ihrem Aufgange wenig über dem Horizont erblicken, ſehen wir nach einiger Zeit nahe dem höchſten Punkte über uns (alſo am abgewendeten Ende einer von unſerem Auge aus ſenkrecht aufwärts gerichteten oder Vertikal-Linie) d. i. im *Scheitelpunkt* (oder *Zenith*) und andere die uns zu jener Zeit hier ſich gezeigt hatten, erſcheinen, nach einigen Stunden, ſchon ſehr merklich näher dem entgegengeſezten Horizonte, und während leztere endlich hier gänzlich verſchwinden (untergehen) ſteigen am erſteren wieder neue, zuvor nicht geſehene Sterne auf. Solchen Wechſel des *Auf-* und *Unter-Ganges* kann man in jeder ſternklaren Nacht bei den meiſten

und berühren, in deren Folge, den Boden erſt im mittleren Europa, wo dann, in Folge der Gegenwirknng der kalten

---

Fixſternen wahrnehmen, und Alles nimmt ſich gerade ſo aus: als ob die ganze Himmelskugel, mit allen daran befindlichen Sternen, ſich durchaus gleichförmig um eine in das Auge des Beobachters gerichtete gerade Linie oder Axe (genannt die *Welt-Axe*, deren die Himmelskugel eingreifenden Endpunkte die *Welt-Pole* bilden) drehe. Dieſer aus dem Umſchwunge der Erde um ihre Axe entſpringenden, ſcheinbaren, täglichen, binnen 24 Stunden ein Mal vor ſich gehenden Himmels-Bewegung gemäß, beſchreibt jeder einzelne am öſtlichen Horizonte aufgehende Stern, außer dem von ſeinem Aufgangspunkte bis zu ſeinem Untergangspunkte reichenden, nächtlicher Weile verfolgbaren Halbkreis, genannt ſein *Tagbogen*, während der zwiſchen ſeinem weſtlichen Untergange und öſtlichem Wiederaufgange täglicher Weile ablaufenden Zeit, einen dergleichen zweiten, den *Fußpunkt* oder *Nadir* (d. i. den tiefſten Punkt an dem während des Tages unter uns befindlichen Himmel; 180° entfernt vom Zenith) berührenden, *Nachtbogen* benannten Halbkreis, und mithin binnen 24 Stunden einen ganzen Kreis, genannt den *Tageskreis* (des Sternes). Ein größter Tages- oder Parallelkreis iſt jener, welcher die Himmelskugel und die Erde (dieſe als Kugel betrachtet) in die *nördliche* und *ſüdliche-Halbkugel* gleichförmig hälftet, und der darum auch der Gleicher oder *Aequator* (oben S. 119 Anm.) genannt wird. (Größte Kreiſe ſind ſolche, deren Mittelpunkt mit dem Mittelpunkte der zugehörigen Kugel, im obigen Falle der Himmels- und der Erdkugel, zuſammenfällt, während alle übrigen um die oder innerhalb der Kugel legbaren Kreiſe, deren Mittelpunkte außerhalb des Kugelmittelpunktes fallen, *kleiner* und dieſes um ſo mehr ſind: je weiter ihr Mittelpunkt von jenem der Kugel fernt; ſ. oben S. 153 Anm.; vergl. mit S. 119 Anm.) Es ſchneidet der *Aequator* den *wahren Horizont* im *wahren Oſt*, und dieſem gegenüber, in einem Abſtande von 180 Graden, im *wahren Weſt*; oben S. 153 Anm. Ein anderer größter Kreis iſt jener, welcher durch einen Stern ſenkrecht auf den Horizont des Beobachters (und mithin auch durch deſſen Scheitelpunkt) gerichtet geht, und der, dieſer ſeiner Scheitelrichtung wegen, *Scheitelkreis*, in Beziehung auf die Art, wie er gegen den Horizont gerichtet iſt, aber *Vertikalkreis* und außerdem noch *Höhenkreis* genannt wird, weil man den zwiſchen dem Horizonte und dem Sterne enthaltenen Bogen: die *Höhe* oder die *Elevation* des Sternes nennt, die mithin den *Winkel* (aber *nicht* die ſenkrechte Entfernung) *ausdrückt, unter den uns der Stern über dem Horizonte* (d. i. über jenen größten Kreis, der in jedem ſeiner Punkte vom Zenith, wie vom Nadir des Beobachters, um 90 Grade fernt) ſichtbar iſt, und die daher bei dem Aufgange des Sternes, wie bei deſſen Untergange, den Werth von Null hat (= 0 iſt), zu jener Zeit hingegen, in welcher der Stern das Zenith erreicht, 90 Grade beträgt, welcher Bogen dann der Abſtands-Viertelskreis oder der *Abſtands-Quadrant* (S. 119 Anm.) genannt zu werden pflegt. Nicht nur jeder Stern, ſondern begreiflich jeder Punkt an der Himmelskugel hat ſeine beſtimmbare *Höhe*; wie denn z. B. die *Aequatorhöhe* (auch wohl *Polhöhe* genannt; wiewohl man unter dieſer Benennung gewöhnlicher nur, weil ſie der Polhöhe gleichkommt) verſtanden wiſſen will: die *geographiſche Breite* eines Ortes der Erdoberfläche, d. i. die Entfernung des Erdäquators von jenem demſelben nördlich oder ſüdlich parallel gelegten Kreiſe begreift, welcher durch den nördlich oder ſüdlich vom Aequator fernenden Ort berührt wird, während die Entfernung des zu dem Orte gehörigen Meridians von einem als *erſten* angenommenen Meridiane — gewöhnlich von dem durch die Inſel *Ferro*, eine der *canariſchen*, ſonſt auch *glücklichen* genannten Inſeln gehenden, minder häufig von jenem, welcher durch die Sternwarte von *Paris* oder von dem, der durch das Obſervatorium von *Greenwich* ſtreckt — die *geographiſche Länge* genannt wird, die mithin den Winkel ausdrückt, den der Meridian des Ortes mit jenem von Ferro oder Paris, oder Greenwich einſchließt, und den man von Weſt gegen Oſt bis zu 360 Graden, oder auch wohl nur bis 180° gegen Oſt und anderer Seits bis 180 gegen Weſt zählt, und alſo zählend von *öſtlicher* oder *weſtlicher Länge*

Nordlüfte, das meiſte Waſſergas bis zur Regenbildung entwärmt wird und ſo die Sommer-Regen von Mittel-Europa

---

ſpricht) den in Graden und deren Theilen ausgedrückten Bogen des Meridians bezeichnet, der ſich zwiſchen dem Pol, oder zwiſchen einem Punkte des Aequators und des Horizontes befindet; während der Bogen des Horizontes, der ſich zwiſchen dem Oſt- oder Weſtpunkte deſſelben und jener Stelle meſſen läßt, wo ein Geſtirn auf- und untergeht, im erſteren Falle die Morgen- oder Aufgangsweite, im lezteren die Abend- oder Untergangsweite genannt wird. Da nun aber die meiſten Fixſterne unausgeſezt in ihrer Lage beharren (daher ihr Name) und da die ſcheinbare Bewegung der Himmelskugel eine gemeinſchaftliche iſt, ſo müſſen auch alle Fixſtern-Tageskreiſe einander gleichlaufend (parallel) oder Parallelkreiſe ſein, was ſie denn auch wirklich ſind; auch wird jeder einen Tageskreis beſchreibende Stern ſtets dann die größte Erhebung über den Horizont erreichen, wenn er ſich in ſeinem Tageskreiſe genau in der Mitte zwiſchen ſeinem Aufgangs- und Niedergangspunkte befindet, und ein größter Kreis, welcher die höchſten Mittenpunkte aller Tageskreiſe verbindet, während er die Himmelskugel hälftet, heißt darum auch, weil wenn der Mittelpunkt der Sonne ſich in dieſem Kreiſe befindet und ſo den Mittag (lateiniſch Meridies, d. i. dem Augenblick der höchſten Erhebung der Sonne über den Horizont) gewährt, der Mittagskreis oder Meridian (Meridianus), und wo die zu dieſem Kreiſe denkbar hinzugehörige Ebene die Horizontalfläche eines Ortes auf der Erdoberfläche ſchneidet, dort iſt die Mittagslinie (Linea meridiana) des Ortes; vergl. oben S. 118—119 Anm. und S. 153 Anm. Von einem Sterne, der den Mittagskreis erreicht, ſagt man: daß er culminire, und dieſer ſein Höhenſtand ſelbſt heißt ſeine Culmination (oberhalb des Hoirzonts im Mittagspunkte ſeine obere, unterhalb deſſelben im Mitternachtspunkte ſeine untere); die Sonne culminirt mithin oberhalb des Horizonts, im Augenblicke des wahren Mittags und unterhalb deſſelben im Augenblicke der wahren Mitternacht. — Das Wort Abſtand, Weite oder Diſtanz pflegt übrigens in der Aſtronomie eben ſo wenig wie das Wort Höhe in ſeiner gewöhnlichen Bedeutung genommen zu werden, wo es mit Entfernung oder Ferne übereinſtimmt, ſondern meiſtens gebraucht man es: um den Winkel zu bezeichnen, den wirkliche, oder auch blos gedachte Gegenſtände, z. B. ein Stern und ein Punkt des Horizontes, in dem Auge des Beſchauers, oder von irgend einem Punkte aus geſehen, bilden (vergl. oben S. 26 Anm.). Unter Abſtand eines Geſtirnes von einer Ebene, z. B. von der des Horizontes, wird in der Aſtronomie daher ſtets der kürzeſte (alſo der ſenkrechte) Winkelabſtand des Geſtirnes von der Ebene verſtanden; dieſer kann bei zwei Geſtirnen in Beziehung auf einen dritten Punkt oder auf das Auge des Beobachters = 0 ſein (der von Sonne und Mond zur Zeit des Neumondes), obgleich die wirkliche Entfernung beider Geſtirne ſehr beträchtlich iſt (im angeführten Falle gegen 20 Millionen Meilen beträgt, während jener Winkelabſtand, oder die Monddiſtanz, zur Vollmondszeit — wo Sonne und Mond einander gegenüber ſtehen — 180 Grade und zur Zeit des erſten, ſo wie zu jener des lezten Viertels jedesmal 90 Grade beträgt). Ein aus dem Zenithe, als dem Pole des Horizontes, gezogener, dem Horizonte paralleler Kreis, zu dem ein ſeiner Höhe nach bekanntes Geſtirn gehört, heißt das Almucantharat, oder richtiger Al-Mukántárat, deſſelben (dieſe Benennung, ſo wie die weiter unten vorkommende: Azimuth, ſind beide arabiſchen Urſprungs und im Mittelalter in die Sternkunde aufgenommen worden: erſtere bedeutet: der dem Horizonte parallele Kreis, al iſt der Artikel; leztere ſcheint von Al sam, geſprochen Al semt, herzurühren, was ſo viel wie Höhenpunkt oder Zenith ſagen will. Ein anderer Parallelkreis des Horizontes, 18 Grade tiefer unter demſelben, wird der Dämmerungskreis genannt, weil er, wenn die Sonne ihn erreicht, die Gränze der Dämmerung bezeichnet. Den Abſtand zweier Sterne von einander beſtimmt man übrigens, indem man einen Kreis durch die Mittelpunkte beider Sterne und durch den Mittelpunkt der Himmelskugel legt, und dann den zwiſchen beiden Sternen befindlichen kleineren Bogen nach Graden und Gradtheilen mißt; nämlich nach Raum- oder Bogen-Minuten,

gewährt; 2) zur Zeit der Herbſtnachtgleiche erreicht der heiße Luftſtrom (weniger weit nördlich, mithin von uns aus betrachtet)

Bogen-Sekunden, Bogen-Tertien, oder ſtatt lezterer: nach Zehnteln, oder Hunderteln ꝛc. einer Secunde. Ein Grad oder 1° hat 60 Minuten oder 60′, eine Minute 60 Sekunden oder 60″, eine Sekunde 60 Tertien oder 60‴, ein Kreis enthält 360 Grade oder 21600 Minuten, oder 1 296 000 Seknnden, oder 77 760 000 Tertien; bei Eintheilung der Zeit beobachtet man, von der Zeit-Stunde an, daſſelbe Abtheilungsverfahren; eine Stunde hält 60 Zeit-Minuten, eine Minute 60 Zeit-Sekunden, eine Zeit-Sekunde 60 Zeit-Tertien. Da bei gleichförmigen Bewegungen — S. 28 §. 8 — in gleichen Zeiten gleiche Räume durchlaufen werden, ſo wird man auch die durchlaufenen Räume mittelſt der dabei verſtrichenen Zeit meſſen können, wie man ſolches z. B. auch bei Beſtimmungen geographiſcher Längen in jenen Fällen thut, in welchen gewöhnliche Ausmeſſungen unmöglich ſind; man vergleicht dann nämlich die Zeiten für gleiche, an mehreren von einander fernenden Orten wahrgenommene Erſcheinungen, z. B. von Blickfeuern (Feuerſignalen), die für 2 Grade und noch weiter große Genauigkeit gewähren, Verfinſterungen, oder ſogenannte Finſterniſſe der Sonne (hiezu von Dominic. Caſſini 1661 und 1699, ſo wie von deſſen Sohne Jac. Caſſini 1705 benuzt), des Mondes (ſchon von Ptolomäus — im Jahr 125 — als Erſcheinungen erkannt, welche an verſchiedenen Orten gleichzeitig beobachtbar ſind, zu Längenbeſtimmungen hauptſächlich auf dem Meere benuzt, durch Nebel jedoch häufig unbenutzbar), der Jupiters-Monde (ſeit 1610 auch für dieſen Zweck benuzt), und verwandelt den Unterſchied dieſer Zeiten durch 15 multiplicirt in Bogen. Da die Sonne in 24 Stunden oder 1440 Minuten eine Kreisbahn, mithin 360 Grade durchläuft, ſo muß ſie einen Grad in 4 Minuten durchlaufen, was eine vollkommene genaue Vergleichung der Himmelsbewegungen in Zeit und im Bogen möglich macht. Wer daher der Sonne entgegengehend, d. i. oſtwärts die Erde umſchifft, der wird, wenn er wieder zum Ausgangspunkte ſeiner Reiſe angelangt iſt, einen Tag mehr, und wer weſtwärts die Reiſe vollbrachte, einen Tag weniger zählen, als die Bewohner des Ortes, wo ſeine Reiſe ihren Anfang nahm. So fuhr Hernandes Magellan weſtwärts von Sevilien ab den 10. Auguſt 1519, und ſein Schiff kam 1522 den 7. Sept. daſelbſt wieder an (er ſelbſt war in einem Gefechte mit den Eingebornen der zu den Philippinen gehörigen kleinen Inſel Matan geblieben); aber auf dem Schiffe ſchrieb man erſt den 6. September, weil es mittlerweile die ganze Erde umſchifft hatte. Vorzügliche Mittel zu Längenbeſtimmungen geben die Längen-Uhren, eine Erfindung des Zimmergeſellen John Harriſon, dem wir auch die Erfindung der roſtförmigen Pendel der Chronometer, der Seeuhren und Zeithalter (engliſch Time-Keeper; im Jahr 1736) verdanken — weil man mittelſt derſelben die wahre Zeit am Orte der Beobachtung und an einem anderen Orte, mithin den Zeitunterſchied beider Orte genau zu beſtimmen im Stande iſt. Auf den von Kruſenſtern, Roß, v. Kotzebue, Sabine u. A. ausgeführten Entdeckungsreiſen gaben die Chronometer die Längen fortdauernd ſehr genau an, nur auf Buchan's im Jahr 1818 unternommenen Reiſe in die Nord-Polargegenden zeigte ſich: daß der Magnetismus des Schiffseiſens den Gang des Chronometers etwas beſchleunige. Die Benennungen Breite und Länge, die paſſend ſein würden, wenn, den Vorſtellungen der Alten gemäß, die Erde nicht kugel- ſondern ſcheibenförmig geſtaltet wäre, rührt von Strabo her, der den Durchmeſſer der angeblichen Erdſcheibe vom äußerſten Norden bis zum äußerſten Süden gleich 29700 Stadien, und den vom äußerſten Oſten bis zum äußerſten Weſten gleich 70000 Stadien, d. i. (da 1 Stadium 125 Schritt und 8 Stadien eine alt-römiſche Meile ausmachten, 1 Schritt aber 5 Fuß überſpannte oder genauer: 4000 Schritt eine Länge von 23661 Fuß, d. i. eine gemeine, geographiſche oder geometriſche Meile darſtellen, deren unter dem Aequator 15 auf 1° gerechnet zu werden pflegen) in unſerem Meilenmaße von N nach S $928\frac{1}{4}$ und von O nach W $2187\frac{1}{2}$ geographiſche Meilen ſchäzte. Alle Erdenorte, welche unter demſelben Meridiane liegen, haben auch dieſelbe geographiſche Länge, ſo wie jene, welche in demſelben Parallelkreiſe

weiter ſüdlich den Boden, und die zu dieſem Boden gehörigen Länder, d. ſ. die nördlichen Küſtenländer des mittelländiſchen Meeres, alſo

getroffen werden, auch vom Erdäquator in ſenkrechter Richtung gleich weit fernen, d. i. unter gleicher geogr. Breite liegen. Da jeder Erdmeridian oder Mittagskreis ein beide Erdpole und den Erdäquator ſchneidender Kreis iſt, ſo werden auch die verſchiedenen Meridiane um ſo mehr zuſammenrücken, je näher ſie dem einen oder dem anderen Pole kommen, und wenn daher 1° unter dem Aequator (oder der Linie; d. i. die vorzüglich bei Schiffern übliche Benennung deſſelben) 15 Meilen beträgt, ſo wird er in dem unter 10° Breite befindlichen Parallelkreiſe nur noch 14,792 unter 20° 14,095 unter 30° 12,990 unter 40° 11,490 unter 50° 9,641 unter 60° 7,500 unter 70° 5,130 unter 80° 2,604 Meilen und unter 90° endlich gar nichts mehr betragen oder = 0 ſein. Jener Punkt, in welchem ein Meridian und ein Parallelkreis ſich ſchneiden, beſtimmt Länge und Breite des Punktes und mithin des demſelben zugehörigen Ortes, ſo wie 2 Parallelkreiſe und 2 Meridiane, die ein Land einſchließen, deſſen Ausdehnung nach geogr. Länge und Breite bemeſſen. Eine tabellariſche Ueberſicht der Unterſchiede der Mittagskreiſe in Zeit, zwiſchen der Sternwarte zu Seeberg bei Gotha und den bekannteſten Orten, mit Beifügung der geogr. Längen und Breiten dieſer Orte findet man S. 291—296 des 1. Bds. m. Hdbs. d. Meteorologie. Hienach iſt es, wenn man zu Seeberg 12 Uhr Mittags hat, weſtlich von der dortigen Sternwarte, zu:

Vormittags.		Vormittags.	
Arau	11 Uhr 49′ 0″	Genf	11 Uhr 41′ 39″
Baſel	11 — 46 19	Göttingen	11 — 56 46
Bern	11 — 47 56	Gotha	11 — 59 54
Bonn	11 — 56 5	Hamburg	11 — 57 29
Bremen	11 — 44 11	Hannover	11 — 56 2
Brocken	11 — 59 30	Heidelberg	11 — 51 51
Caſſel	11 — 55 35	Kiel	11 — 58 26
Celle	11 — 57 17	Lauſanne	11 — 44 6
Clausthal	11 — 58 26	Lilienthal	11 — 52 43
Dillingen	11 — 59 2	Mannheim	11 — 51 54
Eiſenach	11 — 58 19	Nürnberg	11 — 58 51
Ellwangen	11 — 57 17	Straßburg	11 — 48 3
Erlangen	11 — 59 27	Tübingen	11 — 53 19
Frankfurt a. M.	11 — 51 28	Würzburg	11 — 56 46
Fulda	11 — 56 0	Zürich	11 — 51 15

und öſtlich von der Seeberger Sternwarte, zu:

Nachmittags.		Nachmittags.	
Altenburg	12 Uhr 5′ 55″	Leipzig	12 Uhr 6′ 31″
Augsburg	12 — 0 35	Linz	12 — 14 14
Berlin	12 — 10 33	Magdeburg	12 — 3 41
Breslau	12 — 25 16	München	12 — 3 21
Brünn	12 — 23 30	Prag	12 — 14 45
Dresden	12 — 11 56	Regensburg	12 — 5 22
Erfurt	12 — 1 15	Riga	12 — 53 14
Frankfurt a. d. O.	12 — 16 5	Rudolſtadt	12 — 2 27
Halle	12 — 4 53	Saalfeld	12 — 2 35
Jena	12 — 3 33	Salzburg	12 — 9 17
Ingolſtadt	12 — 2 49	Schneekoppe	12 — 22 38
Inſpruck	12 — 2 36	Weimar	12 — 2 28
Karlsbad	12 — 8 59	Wien	12 — 22 36
Königsberg in Pr.	12 — 38 49		

Begreiflich muß man dieſe nach der geogr. Länge eines Ortes ſich richtenden Verhältniſſe der Sonnenzeit kennen, wenn man an in verſchiedenen Meridianen gelegenen Orten gleichzeitlich Beobachtungen anſtellen will. — — Denen unter

die zu Süd-Europa gehörigen erhalten nun ihre Herbſt-Regen; 3) noch weiter ſüdlich tritt die Gegenwirkung beider Luftſtröme,

---

dem Aequator wohnenden Himmelsbeſchauern ſtehen alle Tagekreiſe auf dem Horizonte „ſenkrecht", und alle Sterne gehen ihnen auf und unter; man nennt daher die von dort aus beobachtungsfähige Weltkugel die ſenkrechte (Sphaera recta); denen zwiſchen dem Aequator und den Polen wohnenden ſind ſie hingegen ſtets unter einem mehr oder weniger ſpitzen Winkel auf den Horizont gerichtet, weßhalb man die von ihnen beſchaubare Himmelskugel die ſchiefe (Sphaera obliqua) benennt, während die unter den Polen denkbare, da in ihr Fixſterne weder auf- noch untergehen, ſondern ſich ſämmtlich in: dem dortigen Horizonte parallelen Kreiſen bewegen, die parallele (Sphaera parallela) genannt wird. Was in dieſer Hinſicht von den Fixſternen gilt, iſt auch auf die Sonne anwendbar, und da das Licht, und mithin auch das der Sonne, um ſo vollſtändiger und daher auch um ſo mehr wärmend wirkt, je mehr ſich ſeine Einfallsrichtung der ſenkrechten nähert, ſo erklärt ſich hieraus die bekannte Eintheilung der Erdoberfläche in fünf Zonen oder Erdgürtel (Erdſtriche), nämlich in die eine heiße (Zona torrida, auf jeder Seite, der nördlichen und der ſüdlichen, des Aequators bis zu 23½° Breite) einen Flächeninhalt von 3 701 158 Quadratmeilen, d. i. faſt ⅖ der ganzen Erdfläche darbietend; zwei gemäßigte (Z. temperatae, nämlich die nördliche Z. temperata borealis und die ſüdliche Z. temperata australis, von denen jede einer Seits von einem Wendekreiſe, anderer Seits von einem Polarkreiſe eingeſchloſſen erſcheint, die nördliche von dem nördlichen, die ſüdliche von dem ſüdlichen Wende- und Polarkreis) auf jeder Halbkugel, auf der nördlichen wie auf der ſüdlichen, von 23½° bis 66½° Breite reichend, und auf jeder dieſer Seiten 2 405 462 Q. M., d. i. etwas über ¼ der ganzen Erdfläche einfaſſend, und zwei kalte, eine nördliche und eine ſüdliche (Z. frigida borealis et australis), von denen jede von 66½° bis zu ihrem Pol reicht, mithin 23½° beträgt und 384 924 Q. M. einſchließt. Denkt man ſich die ganze Erdfläche aus 1000 gleichen Theilen beſtehend, ſo kommen davon 398 auf die heißen, 520 auf die gemäßigten und 82 auf die kalten Zonen, was die Möglichkeit der Anbauung des größeren Theiles der baufähigen Erde (des Landes) zur Folge hat. Zwei Orte von einerlei Polhöhe haben von einem Sonnenſtande zum andern gleichen Unterſchied zwiſchen Tag und Nacht. Zur Beſtimmung dieſes Unterſchiedes haben ältere Geographen die Erdoberfläche, durch Parallelkreiſe des Aequators, in 36 ſog. (mit den phyſiſchen nicht zu verwechſelnde) Klimate getheilt, von den die Oerter unter und nächſt dem Aequator, wo der Unterſchied zwiſchen dem längſten und kürzeſten Tage nicht über eine Stunde beträgt, dem erſten Klima angehören, während jene Gegenden der beiden Aequatorſeiten, in denen dieſer Unterſchied über 1 bis 2 Stunden reicht, das zweite und dritte Klima bilden, und ſo fort bis zum 24ſten Klima, zu denen dann noch 12 Klimate innerhalb der Polarkreiſe kommen. Andere nehmen nur 30 dergleichen Klimate an. Vergl. m. Meteorologie I. 289 ff.

In welchen Breiten auf jeder Halbkugel die längſten Tage jedesmal um eine Stunde zunehmen, zeigt folgende Ueberſicht:

Unter	Grad	Minuten	beträgt die Dauer des längſten Tags	Stunden
Unter	0 Grad	0 Minuten	beträgt die Dauer des längſten Tags	12 Stunden.
"	16 "	44	" " " " " " "	13 "
"	30 "	48	" " " " " " "	14 "
"	41 "	24	" " " " " " "	15 "
"	49 "	2	" " " " " " "	16 "
"	54 "	31	" " " " " " "	17 "
"	58 "	27	" " " " " " "	18 "
"	61 "	19	" " " " " " "	19 "
"	63 "	23	" " " " " " "	20 "
"	64 "	50	" " " " " " "	21 "
"	65 "	48	" " " " " " "	22 "
"	66 "	21	" " " " " " "	23 "
"	66 "	32	" " " " " " "	24 "

des heißen und des kalten, und die Boden-Berührung von Seiten des erſteren ein, wenn die Sonne zur *ſüdlichen Abweichung*

In der Ausdehnung bis zu 67° 23′ hingegen iſt ſchon die Dauer des längſten Tages 1 Monat; in jener bis 69° 50′ bereits 2 Monat, und ſo fort bei nachbenannten Breiten ſtets nur einen Monat größer: unter 73° 39′; 78° 31; 84°,5 bis ſie endlich unter 90°, d. i. unmittelbar um den Pol herum ſelbſt, 6 Monate beträgt; da aber in dieſen Gegenden die Dämmerung wenigſtens 54 Tage währt, und die völlige Dunkelheit mithin nicht viel über 2 Monate in ſich begreift, dieſe aber durch Mond- und Polarſcheine (Nord- und Südſcheine und Nord- und Südlichter; m. Meteorol. II. 2. S. 508) ſehr erhellt wird, ſo verliert die lange Polarnacht dadurch viel von dem Schrecklichen ihrer Finſterniß. Die Bewohner der heißen Zone werfen, wenn ſie die Sonne im Mittage gerade über ihrem Scheitel haben, gar keinen Schatten und heißen daher *Unſchattige* (Ascii); in der übrigen Zeit fällt ihr Schatten Mittags bald nordwärts, bald ſüdwärts, und in dieſer Hinſicht werden ſie dann *Zweiſchattige* (Amphiscii) genannt. Von den Bewohnern der gemäßigten Zonen wird der Schatten Mittags ſtets nach *einer* Gegend, nämlich entweder nordwärts oder ſüdwärts geworfen, was man durch die Benennung *Einſchattige* (Heteroscii) bezeichnet, von denen der kalten Zonen hingegen (denen die Sonne in jener Zeit, in welcher ſie ihnen nicht untergeht, zweimal in den Mittagskreis kommt) wird der Schatten ringsherum geworfen, ſo daß er dieſe Zeit hindurch einen Kreis um ſie herum bildet, weßhalb ſie denn auch *Umſchattige* (Periscii) genannt werden. Es heißen ferner jene, welche unter gleichen aber entgegengeſezten Breiten und unter entgegengeſezten Mittagskreiſen wohnen: *Gegenfüßler* (Antipodes); ſie haben Tages- und Jahreszeiten entgegengeſezt; ſind hingegen bei *Gleichheit* der entgegengeſezten Breiten die Mittagskreiſe einerlei, ſo fallen zwar die Jahreszeiten in die entgegengeſezten, die Tageszeiten aber in einerlei Zeiten, und *Gegenwohner* (Antoeci) bezeichnet dieſes Verhältniß, während Leben unter einerlei Breite aber unter entgegengeſezten Mittagskreiſen, was Einerleiheit der Jahreszeiten aber Entgegengeſeztheit der Tageszeiten zur Folge hat, durch *Nebenwohner* (Perioeci) angezeigt wird.

Wie man, um die *Lage* eines Erdenortes zu beſtimmen, außer der Nachweiſung ſeiner geogr. *Breite* auch die ſeiner *Länge*, und leztere mit Hülfe der Annahme eines „erſten Meridians“ zu Stande bringt, ſo auch *jene* eines *Sternes* dadurch: daß man das *wahre Süd* als *erſten* Punkt des Horizontes betrachtet, und nun zuvörderſt den zwiſchen dem Horizonte und dem Sterne befindlichen Theil des Höhenkreiſes, alſo die *Höhe* des Sternes, dann aber auch ſein *Azimuth*, d. i. jenen Bogen des Horizontes mißt, um welchen der Höhenkreis von dem des wahren Süd ſchneidenden *Scheitelkreiſe*, d. i. von dem Meridiane (S. 237) abſteht. Man ſieht hieraus: daß das *Azimuth* zugleich auch den Winkel ausdrückt, den des Sternes Höhenkreis mit dem Meridiane bildet; man mißt es ebenfalls nach Graden und zählt dieſe vom Meridiane an bis zu 360 entweder vom wahren Süd nach dem wahren Weſt, was das *weſtliche Azimuth* gibt, oder vom wahren Süd nach dem wahren Oſt, was dann das *öſtliche Azimuth* genannt wird. — Um übrigens die *Fixſterne* bequem von einander unterſcheiden zu können und mithin die Kenntniß derſelben, oder die *Aſtrognoſie*, zu erleichtern, dienen die *Sternbilder*, d. ſ. größere oder kleinere Gruppen von Sternen, die man mit bekannten Gegenſtänden verglichen oder durch Hinzudenkung von ihre Einzelſterne verbindenden Linien in Figuren gebracht und ſey es nach jenen Gegenſtänden, oder nach fabelhaften, den Mythen älterer Völker angehörigen Perſonen, ſeltener nach geſchichtlichen *benannt* hat, während man die jedem Sternbilde zugehörige Einzelſterne ſelbſt entweder durch *Buchſtaben* oder *Zahlen*, zuweilen auch mit *Namen* bezeichnete, wie ſolches die *künſtlichen Himmelskugeln* oder Globen (Globi coelestes) nachweiſen, von deren Benutzung ſpäterhin die Rede ſein wird. Die meiſten *Eigennamen* der Sternbilder und Einzelnſterne ſtammen von den Arabern aus dem Mittelalter her; die Bezeichnung mit Buchſtaben führten *Bayer* und zwar mit griechiſchen, und *Doppelmayer* mit lateiniſchen ein; während *Flamſtead* dazu Nummern

gelangt iſt; es iſt dann die ſubtropiſche Zone (oder *Datteln-Zone*; vergl. oben S. 79—80 und m. Meteorologie II. 2. S. 249) in der

---

benuzte. Außerdem unterſcheidet man auch die *Einzelſterne* nach ihrer Lichtſtärke in Sterne *erſter*, *zweiter*, *dritter*, *vierter*, *fünfter*, *ſechster*, *ſiebenter* ꝛc. Größe, indem die hellleuchtendſten der geringſten, die wenigſtleuchtenden der größten Verfinſterung des Himmels bedürfen, um, nach Sonnenuntergang, geſehen zu werden; ſey es, weil die erſteren an ſich mehr Licht entwickeln, als die lezteren, oder, was wahrſcheinlicher, weil dieſe in größeren Fernen (in mehr *Fixſternweiten* oder *Siriusweiten*, vorausgeſezt, daß der *Sirius* der uns nächſte Fixſtern iſt; deren eine etwa dem Abſtande eines Fixſtern gleichkommt, deſſen Licht, um die Erde zu erreichen, muthmaßlich 6 Jahre verbraucht; während das Licht der Sonne, um zur Erde zu gelangen, nur 8 Minuten heiſcht; ſiehe oben) von der Erde ihre — der großen Ferne wegen — für die Beobachtung meiſtens gänzlich verſchwindenden Bahnen vollziehen. Iſt die Sonne 12° unter dem Horizont, ſo werden bei heiterem, *nicht* mondhellem Himmel dem unbewaffneten Auge die erſten Sterne ſichtbar; man nennt ſie daher Sterne *erſter* Größe oder Klaſſe und zählt deren ohngefähr 18 und rechnet einige hieher, die ſonſt zu den Sternen *zweiter* Größe gezählt wurden, z. B. den hellen Stern im Adler, ſo wie jenen im Schwanze des Löwen: mit jedem Grade, den nun die Sonne weiter unter den Horizont taucht, werden mehrere Sterne ſichtbar (ſo bei 13° die der *zweiten* Größe, bei 14° jene der *dritten* u. ſ. f.), ſo z. B. bei 13° die gegen 68 betragenden Sterne *zweiter* Größe, bei 14° gegen 209, die mithin die dritte Klaſſe bilden u. ſ. w. Iſt die Sonne ſo weit unter dem Horizonte, daß die Sterne *ſiebenter* Größe ſichtbar werden (wo die Sonne alſo 18° unter dem Horizonte ſteht), ſo endet die *aſtronomiſche Dämmerung*, während die *gemeine* Dämmerung aufhört und der Nacht weicht: wenn man unter freiem Himmel gewöhnliche Schrift mit bloßen Augen nicht mehr zu leſen vermag und die Sonne $6\frac{1}{2}$° unter den Horizont geſunken iſt. Die *Dämmerung* überhaupt iſt Folge der Spiegelung des Sonnenlichtes von den oberen Schichten der Atmoſphäre. Für unſere Gegenden (Mitteldeutſchlands) iſt ſie am kürzeſten, nämlich noch nicht volle zwei Stunden dauernd, Anfangs März und Mitte Oktobers; von Mitte Mai's bis Ende Juli dauert ſie bei uns die ganze Nacht hindurch, weil die Sonne innerhalb dieſer Zeit, während der Nacht, zu keiner Zeit 18 Grade tief unter den Horizont ſteht, in höheren Breiten nimmt ſie hingegen mehr und mehr zu; vergl. oben S. 238 u. 239. Wäre die Dämmerung nicht, ſo würde die Sonne nur 180 Grade vom Erdumfange beleuchten, während ſie jezt deren 216, alſo 36 Grade mehr erhellt. In Mitteldeutſchland dauert die gemeine Dämmerung im März und Oktober nur 40 Minuten, im höchſten Sommer aber nahe gegen eine Stunde. *Huyghens* zufolge würden 764 Millionen Sterne vom Glanze des Sirius erfordert werden um, über dem Horizonte weilend, die Nacht *taghell* zu machen. — Die *Sonne* durchläuft auf ihrer ſcheinbaren Bahn eine der Ekliptik zu beiden Seiten parallele, auf jeder etwa 10 Grade von derſelben fernende Himmelszone, und eben ſo auch der Mond und die älteren (bis zum Jahr 1801 bekannt geweſenen) Planeten, ſo daß ſie ſtets die Mitte derſelben inne hält; es iſt dieſe Zone der ſchon den Aſtronomen der früheſten Zeiten bekannte als — von zwei einander parallelen Kreiſen begränzte — in 360 Grade getheilte, außerdem aber noch in 12 *Zeichen*, deren jedes 30 Grade in ſich faßt, getheilte *Thierkreis* oder *Zodiacus*, deſſen Zeichen nach den Sternbildern benannt ſind, die ehedem (vergl. oben S. 240) in ihrer Nähe weilten, jezt aber, wegen Vorrückens der Nachtgleichen, bereits um ein Beträchtliches außer ihnen ſtehen. Urſprünglich deuteten nämlich die den Zeichen zugehörigen Sternbilder die Zeit des Jahres an, in welcher ſich die Sonne, in der Gegend ſolchen Sternbildes befand; jezt ſind aber die Sternbilder faſt um ein ganzes Zeichen weiter öſtlich gerückt, als damals, wo man ſie nach den Sternbildern benannt einführte. Sie beginnen mit dem erſten Durchſchnittspunkte des Aequators und der Ekliptik, alſo mit dem Frühlings-Nachtgleichenpunkte und folgen einander (von Weſten gegen Oſten), wie nachſtehender lateiniſcher Memorial-Hexameter ſie nennt:

es auf dieſem Wege zur Hauptregenbildung kommt, und Nord-Afrika hat dann ſeine Winter-Regen; 4) werden die Erſchei-

---

Sunt *Aries*, *Taurus*, *Gemini*, *Cancer*, *Leo*, *Virgo*, *Libraque*,
Scorpius, *Arritenens*, *Caper*, *Amphora*, *Pisces*.

Die Zeichen ſelbſt ſind, in derſelben Ordnung und darüber mit dem deutſchen Namen aufgeführt, die erſten ſechs nördlichen:

Widder	Stier	Zwillinge	Krebs	Löwe	Jungfrau;
♈	♉	♊	♋	♌	♍

die andern ſechs ſüdlichen:

Waage	Scorpion	Schütze	Steinbock	Waſſermann	Fiſche.
♎	♏	♐	♑	♒	♓

Dieſe Zeichen für ſich betrachtet werden auch, weil ſie nicht mehr zu den Sternbildern obiger Benennungen paſſen, ungebildete Zeichen (Dodecatemorien), die Sternbilder ſelbſt aber gebildete (Aſterismen) genannt; das erſte Zeichen wird jedoch immer noch der Widder (und ſo fort auch jedes der übrigen, wie darüber bemerkt) genannt, obgleich das Sternbild des Widders, wie bemerkt, um faſt ein Zeichen (alſo um nahe $\frac{1}{12}$ der Ekliptik) davon fernt, und jezt das Sternbild der Fiſche dort ſteht, und eben ſo verhält es ſich auch mit den übrigen Zeichen. Noch vor ohngefähr 2000 Jahren nahmen die Sternbilder die Stellen ein, welche jezt noch ihre Namen tragen, jezt muß man aber das Zeichen um 30 Grade rückwärts ſetzen, wenn es mit dem zu ſeinem Namen paſſenden Sternbilde gehören ſoll. Dieſe oſtweſtliche (gegen die Ordnung der Zeichen gehende) Verrückung dauert fort und beträgt in 100 Jahren nahe 50¼ Sekunden; Ximenes berechnete die größte Verrückung dieſer Art auf 59″,83 und die kleinſte auf 40″,83; v. Zach die mittlere jährliche auf 50″,388, und da ſie ſich zunächſt auf den Frühlingspunkt bezieht, ſo wird ſie das Vorrücken der Nachtgleichen oder die Präceſſion (ſ. oben S. 179) genannt. So viel als dieſes Rückwärtsgehen des genannten Punkts von Oſt nach Weſt beträgt, um ſo viel wächſt auch jährlich die Länge der Sterne (d. i. ihre öſtliche Entfernung vom Frühlingspunkt, in der Ekliptik gezählt). Multipliciren wir 1° mit 60 mal 60, mal 1000, d. h. drücken wir ihn in Tauſendtheilchen einer Sekunde aus, und dividiren wir dann dieſen Ausdruck durch 50″,388, ſo gibt der Quotient 71,445 Jahre, und vollzogen wir die Diviſion mit 50″,15 ſo iſt er gleich 71,784. Multipliciren wir nun ferner dieſe Quotienten mit 360, ſo erhalten wir zum Produkt jene Zahl von Jahren, welche vorübergehen müſſen, wenn die Verrückung im ganzen Kreiſe einmal herumkommen und dort wieder beginnen ſoll, wo ſie anfing; dieſes Produkt beträgt 25841,24, alſo faſt 25842 Jahre und heißt, als Zeitraum zuſammengefaßt, das große platoniſche Jahr; vergl. m. Grundz. II. 128 ff. — Denken wir uns am Himmel zu beiden Seiten des Aequators, um die Schiefe der Ekliptik, alſo um 23° 28′ von demſelben abſtehend, zwei ihn einſchließende und ihm parallele Kreiſe, ſo gibt dieſes die Wendekreiſe (Tropici; weil zu ihnen angelangt, die Sonne ſich wieder zum Aequator zurückwendet; ſ. oben S. 229) den oberen nördlichen des Krebſes (Tropicus cancri) und den unteren ſüdlichen des Steinbocks (T. capricorni), die auf der Erde die heiße Zone (die Gegend innerhalb der Tropen, oder ſchlechthin die Tropen) einſchließen. Zieht man durch die Weltpole und durch jeden der vier Hauptpunkte größte Kreiſe, ſo ſtellt der eine derſelben, der durch die Nachtgleichenpunkte geht, einen Declinationskreis dar, genannt der Colur der Nachtgleichen, und der andere einen, der durch die Wendepunkte oder Solſtitien läuft, und der Colur der Solſtitien genannt wird. Der erſtere ſchneidet die Ekliptik in beiden Aequinoctien, der leztere in ihren Solſtitial- und Wendepunkten. Jene Punkte, welche in der Himmelskugel überall um 90° ſenkrechten Abſtand von der Ekliptik darbieten, ſtellen die Pole der Ekliptik dar, führt man nun dieſe um die Pole des Aequators, oder um die Weltpole, wie man einen Kreis um ſeinen Mittelpunkt ſchlägt, ſo gibt dieſes die Polarkreiſe, den nördlichen und den ſüdlichen.

nungen zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche jener der Herbſtnachtgleiche ähneln müſſen, und *Süd-Europa* wird um dieſe Zeit

---

Die zwiſchen zwei nächſten Culminationen eines Firſternes verſtreichende Zeit (mithin jene Zeit, in welcher ſich die ganze Himmelskugel einmal ſcheinbar um ihre Axe dreht) wird ein *Sternentag* genannt, während jene von einer Culmination der Sonne oder von einem Mittag zum andern reichende Zeitdauer die Benennung *Sonnentag* erhalten hat. Hinſichtlich des lezteren unterſcheidet man den *wahren* und den *mittleren* Sonnentag. Da nämlich die *Planeten* in ihren *eliptiſchen* Bahnen (oben S. 25 und 29—30 Anm.) die Sonne nicht gleichförmig, ſondern mit veränderlicher, in der Sonnennähe größter, in der Sonnenferne kleinſter Geſchwindigkeit umlaufen, ihren Geſammtumlauf jedoch ſtets in derſelben Zwiſchenzeit vollbringen, ſo haben die Aſtronomen für jeden der wirklich vorhandenen Planeten noch einen lediglich eingebildeten angenommen, der mit dem wahren zwar hinſichtlich der Geſammtdauer der Umlaufszeit, aber nicht rückſichtlich deren Einzeldauern übereinſtimmt: indem er ſich immer gleichförmig d. i. ſtets gleich ſchnell bewegt, und nennen dieſen mit dem wahren ſtets zu gleicher Zeit die Endpunkte des längſten Durchmeſſers der Bahn (d. ſ. die *Apſiden* genannten Endpunkte der *großen Axe* oder *Apſidenlinie*) nämlich den Punkt der größten Sonnennähe oder das *Perihelium* des Planeten, und jenen der größten Sonnenferne oder das *Aphelium* deſſelben, durchgehenden blos eingebildeten Planeten den *mittleren* (die Benennung Apſiden bedeutet eigentlich: Umfang eines Rades oder Krümmung eines Gewölbes, und iſt ſchon von den Alt-Griechen den Hauptpunkten der krummlinigen Bahn der Geſtirne beigelegt worden). Der Zweck dieſer Annahme iſt die Erleichterung der hierher gehörigen aſtronomiſchen Berechnungen. Da die *Sonne* täglich faſt um einen Grad von Weſt gegen Oſt am Himmel fortrückt, ſo muß der *wahre Sonnentag* etwas länger ausfallen als der Sterntag, aber von Tag zu Tag nicht immer um gleich viel länger, weil die Sonne nicht Tag für Tag um gleichviel in der Ekliptik fortrückt und leztere auch nicht mit dem Aequator oder dem Tageweiſe gleichlaufend iſt. Die Zeit ſelbſt ſchreitet nun aber gleichförmig fort, und kann daher auch nur mittelſt gleichförmiger Bewegungen, mithin *nicht* durch die ungleichförmige tägliche Bewegung der Sonne gemeſſen werden. Der *Zeitunterſchied* des *wahren Sonnentages* und des *Sterntages* beträgt im *Mittel* 3′ 56″ 32‴ (oder 0 St. 3′ 56″,533..) Sternzeit, und eine Uhr, deren 24 Stunden gleichkommen 24 St. 3′ 56″ 32‴ weiſet *mittlere Sonnenzeit*, die für Tag und Nacht zuſammengenommen einen *mittleren Sonnentag* und damit *mittlere Sonnenſtunden*, Minuten, Sekunden ꝛc. anzeigt. Wenn ſolche Uhr nun aber auch *mittlere Zeit* weiſet, ſo werden 24 Stunden derſelben noch nie viel von einem *wahren Sonnentag* (d. i. von der Zeit zwiſchen zwei einander nächſten Durchgänge der Sonne durch den Meridian) abweichen, (Uhren, die *Sternzeit*, wie ſie von *Bradley* ſeit der Mitte des vorigen Jahrhunderts für Sternwarten in Gebrauch genommen wurden, zeigen, werden alſo, während die — weiter unten erwähnten — *mittlere Sonne* aus dem Meridiane zunächſt wieder in denſelben gelangt 24 St. 3 Min. 56,5 Sek. beſchreiben; eine Pendeluhr, die mittlere Sonnenzeit zeigt, läßt ſich für Sternzeit herrichten, wenn man die Linſe des Pendels ſo weit — etwa 2,41 Pariſer Linien — hinaufſchraubt, daß ſie, alſo beſchleunigt, zwiſchen zwei nächſten Culminationen eines Firſternes genau 24 Stunden nachweiſet); den jedesmaligen Unterſchied zwiſchen beiderlei Sonnentagen, zwiſchen dem wahren und den mittleren, nennt man die *Zeitgleichung*, die man kennen muß, wenn man bei aſtronomiſchen Beobachtungen, bei denen man ſich einer nach mittlerer Zeit gehenden Uhr bediente, die wahre Zeit derſelben berechnend beſtimmen will, wozu die Lehrbücher der Aſtronomie und die aſtronomiſchen Calender die erforderliche Anleitung ertheilen. Die größte Zeitgleichung beläuft ſich ungefähr auf 16 bis 17 Minuten. An nachbenannten Tagen iſt der wahre Sonnentag dem mittleren nahe gleich; den 15. April, 15. Juni, 1. September und 25. December, und iſt die Zeit-Gleichung = 0. Die hieher gehörigen Tafeln enthalten für jeden der übrigen Tage im Jahre die in Zahlen ausgedrückte *Zeitgleichung*, die man an jedem Tage des

ihre Frühlings-Regen eintreten ſehen, ſo daß alſo Süd-Europa nicht eine (oben S. 148 u. 150 Anm.) ſondern zwei Regen-

---

Jahres zu dem wahren Mittag oder zu 12 h. addiren, oder von derſelben abziehen muß, wie es in der folgenden Tafel das + oder das — Zeichen andeutet, wenn man für denſelben die mittlere Zeit erhalten will. Sie iſt übrigens nicht für alle Jahre genau dieſelbe, ſondern in Jahren, die nicht in die Mitte zwiſchen zwei Schalt-Jahren fallen, um einige Sekunden verſchieden; weshalb auch in den Ephemeriden und größeren aſtronomiſchen Kalendern (z. B. im ehemals Bode'ſchen, jezt Enke'ſchen Aſtronomiſchen Jahrbuche, in der 1ten Spalte jedes Monats) für jeden Tag die mittlere Zeit im wahren Mittage angegeben wird. Folgende Tafel gibt ſie für die beigeſezten Tage des laufenden und der nächſtkommenden Jahre in Minuten und Minuten-Decimaltheilen ausgedrückt an:

Januar	1	+	3',8	April	6	+	2',5	Juli	5	+	4',0
—	6		6,1	—	11	—	1,1	—	10		4,0
—	11		8,2	—	16		0,2	—	15		5,5
—	16		10,0	—	21		1,3	—	20		5,9
—	21		11,6	—	26		2,3	—	25		6,1
—	31		13,7	Mai	1		3,1	—	30		6,1
Februar	5		14,3	—	6		3,6	Auguſt	4		5,8
—	10		14,6	—	11		3,9	—	9		5,2
—	15		14,5	—	16		3,9	—	14		4,5
—	20		14,0	—	21		3,8	—	19		3,4
—	25		13,4	—	26		3,4	—	24		2,2
März	2		12,4	—	31		2,8	—	29		0,8
—	7		11,3	Juni	5		2,0	Sept.	3	—	0,7
—	12		10,0	—	10		1,1	—	8		2,3
—	17		8,6	—	15	+	0,0	—	13		4,0
—	22		7,1	—	20		1,0	—	18		5,8
—	27		5,6	—	25		2,1	—	23		7,6
April	1		4,0	—	30		3,1	—	28		9,3

Okt.	3	—	10',9
—	8		12,6
—	13		13,3
—	18		14,7
—	13		15,5
—	28		16,1
Nov.	2		16,2
—	7		16,2
—	12		15,7
—	17		14,9
—	22		13,7
—	27		12,2
Dec.	2		10,4
—	7		8,4
—	12		6,1
—	17		3,7
—	21		1,2
—	27	+	1,2

Es muß alſo z. B. eine nach mittlerer Sonnenzeit richtig gehende Uhr den 15. Februar zeigen: 12 Uhr 14,5 Minuten zur Zeit, wenn die Sonne im Meridian ſteht, und den 5. Juni aber 11 Uhr 58 Minuten, während am 15. Juni die eingebildete oder erdichtete mittlere Sonne und die wahre zugleich den Meridian erreichen, von denen der erſteren eine ſolche Bewegung beigelegt wird: daß ſie das ganze Jahr hindurch, an jedem Tage ihre Rectaſcenſion oder gerade Aufſteigung (d. i. ihre öſtliche Entfernung vom Frühlingspunkte, nach Graden ꝛc. gezählt, im Aequator bis 360°) um gleichviel verändert, und am Ende deſſelben wieder mit der wahren zuſammentritt. Die tägliche Bewegung dieſer mittleren Sonne beträgt 0,986 Grad, und ſo wie es z. B. 1, 2, 3 Uhr wahre Zeit iſt, wenn die wahre Sonne im Aequator gezählt 15°, 30°, 45° weſtwärts vom Meridiane abſteht, d. h. wenn ihr Abweichungs- oder Stundenwinkel die genannten Grade beträgt, ſo iſt auch 1, 2, 3 ꝛc. Uhr mittlere Zeit, wenn der Stundenwinkel der mittleren Sonne 15°, 30°, 45° ꝛc. Größe hat. Sezt man nun: im ganzen Jahr oder in 365 Tagen 5 St. 48 Min. 48 Sek. verändert die Sonne ihre Rectaſcenſion um 360°, wie viel in 24 Stunden? So findet man jene gleichförmige Aenderung deſſelben gleich 59' 8", 33. Verwandelt man dieſe nun in Zeit, ſo geben ſie 3 Min. 56,903 Sek.; um ſo viel kommen alſo die Fixſterne täglich früher in den Meridian als die mittlere Sonne, oder der tägliche ſcheinbare Umlauf eines Fixſternes von Oſt gegen Weſt beträgt 23 St. 55 Min. und faſt 4 Sek. mittlere Sonnenzeit, und im ganzen Jahre machen mithin die Fixſterne gerade einen ganzen täglichen Umlauf mehr als die Sonne. Man nennt dieſes die Acceleration oder Beſchleunigung der Fixſterne. Fragt man: wie man zur Beſtimmung ſolcher gleichförmigen täglichen auch die tägliche mittlere des wahren Planeten genannten Bewegung gelange? ſo antwortet die Aſtronomie hierauf: ſehr einfach dadurch, daß man die Theile des Kreiſes, alſo 360 Grade, durch die Umlaufszeit des wahren Planeten dividirt. Während nämlich, wie Eingangs dieſer Anmerkung bemerkt, die Fixſterne immer an einer und derſelben Stelle des Horizonts auf- oder untergehen und jeden Tag dieſelbe Mittagshöhe erreichend,

zeiten hat, und 3) die Winterregenzeit an den Grenzen der Tropen tritt, je weiter von dieſen entfernt um ſo

durch denſelben Punkt des Mittagkreiſes treten, gehen hingegen Sonne, Mond und Planeten jeden nächſtkommenden Tag durch einen anderen Punkt des Meridians wie des Horizonts; wie denn z. B. die Mittagshöhe der Sonne im Sommer am längſten Tage zur Zeit des Sommer-Solſtitiums oder der Sommer-Sonnenwende (d. i. der Punkt, den die Sonne nicht überſteigt, ſondern von nun an, nach dem längſten Tage, ſich wieder zu den niederen Punkten zurückwendet) am größten, im Winter hingegen, am kürzeſten Tage (zur Zeit des Winter Solſtitiums oder der Winter-Sonnenwende, wo die Sonne, nachdem ſie bis zu ihrer kleinſten Mittagshöhe angelangt iſt, ſich wieder zu den größeren Höhen wendet) am kleinſten iſt, und ihr Aufgang im Sommer nordöſtlich und ihr Untergang ſüdweſtlich, im Winter ſüdöſtlich und ihr Untergang nordweſtlich ſtatt hat, während ſie zu den Nachtgleichen (Aequinoctien), wo der Aequator ſelbſt den Tageskreis der Sonne darſtellt, (und weil dann die eine Hälfte dieſes Kreiſes über, die andere unter den Horizont fällt, mithin Tag und Nacht an Dauer gleich ſind) im wahren Oſten auf- und im wahren Weſten untergeht, und Mittags eine Höhe erreicht, welche der Aequatorhöhe gleichkommt. Es laſſen ſich dieſe Veränderungen in der ſcheinbaren Bewegung der Sonne von Tag zu Tag leicht wahrnehmen, wenn man Abends nur auf jene Fixſterne achtet, welche bald nach Sonnen-Untergang am weſtlichen Horizonte ſichtbar werden, oder Morgens auf die kurz vor Sonnen-Aufgang am öſtlichen Horizonte annoch ſichtbaren; man wird dann nach Ablauf mehrerer Tage finden: daß die Sonne nicht mehr bei den erſteren, ſondern bei anderen (Falls man nach dem kürzeſten oder längſten Tage zu beobachten angefangen hatte, bei mehr öſtlichen) Sternen auf- und (im beſagten Fall: bei mehr weſtlichen) untergeht, und daß ſie, nach Ablauf von 365 bis 366 Tagen hingegen wiederum bei jenen Sternen aufſteigt, bei welchen man ſie 1 Jahr zuvor hatte aufgehen ſehen, und ebenſo bei jenen unter den Horizont tritt, bei welchen ſie 1 Jahr zuvor untergegangen war. Es beſchreibt daher die Sonne in jener Zeit ihres ſcheinbaren Umlaufes, welche man ein Jahr nennt, eine Ellipſe an der Himmelskugel: die Sonnenbahn oder Ekliptik genannt, die aber, da ſie nur Folge des wirklichen jährlichen Umlaufes der Erde um die Sonne iſt, Erdbahn genannt werden ſollte. Erweitert man in Gedanken die Ebene dieſer elliptiſchen Bahn nach allen Seiten hin, ſo ſchneidet ſie die Weltkugel in einem größten Kreis, den man gleichfalls Ekliptik genannt hat, und deſſen Ebene gegen jene des Aequators unter dem Winkel von 23° 28′ (genannt die Schiefe der Ekliptik) geneigt iſt. Beide Ebenen, die dieſer Ekliptik und die des Aequators, ſchneiden einander in zwei entgegengeſezten Punkten, in den Aequinoctialpunkten (im Frühlings- und Herbſt-Nachtgleichenpunkte), die von einander 180 Grade fernen; 90° von jedem dieſer Punkte befinden ſich in der Ekliptik die beiden Solſtitial- oder Sonnenwendepunkte, der eine (der Sommerſonnenwendepunkt), am höchſten über und der andere (der Winterſonnenwendepunkt) am tiefſten unter dem Aequator. Je zwei nächſte dieſer vier Punkte fernen um 90 Grade von einander. Will man an der Himmelskugel ſelbſt dieſe Punkte und mithin die ſog. Sonnenbahn ꝛc. ꝛc. in ihren Hauptgegenpunkten auffinden, ſo wird zunächſt 1) dazu erfordert: die Kenntniß der Mittagslinie (S. 153 Anm. und oben S. 238 dieſer Anm.), die man am leichteſten zieht, indem man (als wollte man eine Sonnenuhr fertigen) auf einer feſten, vollkommen ebenen und wagrechten, wenigſtens 1 Fuß Durchmeſſer habenden Fläche, nahe an ihrer ſüdlichen Gränze, einen ſtarken (unbiegſamen) etwas fein zugeſpizten Stiſt oder Gnomon (die Wiſſenſchaft von der Herſtellung, Einrichtung, Wirkung und dem Gebrauche der Sonnenuhren heißt darum auch Gnomonik; eine brauchbare Anleitung zur Fertigung der verſchiedenen Arten von Sonnenuhren, der regulären und irregulären — **Horologia regularia** und **H. irregularia** — findet man in J. C. Gütle's Zaubergnomonik ꝛc. I. u. II. Stück. Ansbach 1797 und 1798. 8.) genau ſenkrecht ſo befeſtigt: daß eine Linie aus ſeiner Spitze auf die Mitte der Oeffnung trifft, die ihn

mehr in zwei, durch ſchwächere Niederſchläge verbundene Maxima auseinander, welche in Deutſchland in einem

---

Behufs ſeiner Befeſtigung aufzunehmen beſtimmt iſt, dann aus dem Punkte dieſer Mitte, mittelſt eines Zirkels, mehrere, hinſichtlich ihres Durchmeſſers von einander abweichende Kreiſe beſchreibt, die mithin concentriſch ausfallen (oben S. 119 Anm.) und nun zur Zeit des längſten Tages, nämlich von der Mitte bis gegen Ende Juni (in welchen Tagen die Sonne ihre Declination — ſ. oben S. 233 dieſer Anmerk. — nicht merklich ändert, die Brechung ihrer Stralen, wenn die Beobachtungen nicht zu weit von Mittagszeit angeſtellt werden, Vor- und Nachmittags, bei gleicher Sonnenhöhe gleich groß iſt, während ſie z. B. im Winterſolſtitium, wo die Sonne tief am Horizonte ſteht — und mithin die Brechung überhaupt ſchon darum ſehr beträchtlich iſt; oben S. 96 — bei gleicher Sonnenhöhe, Mayer zufolge, ungleich ausfällt, und während in den übrigen Jahreszeiten, wegen Veränderlichkeit der Sonnenabweichung, die vor- und nachmittäglichen Sonnenhöhen, bei gleichen Abſtänden vom Mittagskreiſe, nicht gleich ſind, wo 2 bis 3 Stunden Vor- und Nachmittags keine merkliche Aenderung in der Abweichung der Sonne ſtatt hat, Acht gibt: in welchen Punkt eines der concentriſchen Kreiſe die Spitze des Gnomon-Schatten hinfällt, welchen Punkt man ſofort mit einem ſog. Punkte auf der Ebene bezeichnet. Beginnt man hiemit z. B. Vormittags 9 oder 10 Uhr, und fährt damit genau von Stunde zu Stunde, oder von Halbſtunde zu Halbſtunde bis Nachmittags 2 oder 3 Uhr fort, ſo reicht ſchon eine einzige am längſten Tage bei klarem Himmel gemachte Beobachtungsreihe zur Ziehung der Mittagslinie aus, beſſer iſt es jedoch, um etwaige Beobachtungsfehler möglichſt verſchwinden zu machen, wie zuvor bemerkt hiezu mehrere, den längſten Tag in der Mitte habende Tage des Juni zu verwenden; ſo wie nämlich die Sonne dem Mittagskreiſe näher rückt, verkürzen ſich auch die Schatten, und die Spitzen derſelben fallen mithin bis Mittag in immer engere, dem Gnomon nähere Kreiſe, und eben ſo verlängern ſie ſich, in gleichen Zeitabſtänden Nachmittags wieder, indem ſie, nach der Culmination der Sonne, in umgekehrter Ordnung zum anderen Male die Kreiſe berühren, ſo daß für jeden Tag jeder der von der Schattenſpitze getroffenen Kreiſe weſtlich und öſtlich einen Merkpunkt erhält; theilt man nun jedes zwiſchen beiden Merkpunkten gelegene Kreisbogenſtück genau in zwei gleiche Theile durch einen mittleren dritten Merkpunkt, ſo erhält man nach einander vom weiteſten Kreiſe bis zum engſten eine Reihe von Theilungs-Merkpunkten, die man nur durch eine im Mittelpunkt der Oeffnung des Gnomons endende gerade Linie zu verbinden braucht, um mit dieſer die Mittagslinie des Beobachtungsortes zu erhalten, die man dann beliebig über den weiteſten Kreis und auch über nicht-wagerechte, jedoch feſte (unverrückt bleibende) Flächen hinaus verlängern kann. Die Obelisken der alten Aegyptier dienten ihnen ſehr wahrſcheinlich zu Gnomons, und die Zeit des kürzeſten Schattens (des längſten Tages) zugleich jene, in welcher der Nil austritt, war die Zeit des Anfanges des altägyptiſchen und wahrſcheinlich auch des altäthiopiſchen Jahres (denn es unterliegt jezt wohl keinem Zweifel mehr: daß Altägypten ſeine Civiliſation, wie ſeinen Cultus aus Aethiopien erhalten hat); wie viel Jahre aber ſeit dem verfloſſen ſind, daß man den Jahresanfang Mitte Sommers ſezte, läßt ſich aus dem wiederaufgefundenen Thierkreis von Tentyris (oder Denderah) einer alten Stadt Oberägyptens, in deren Ruinen ein großer Tempel ſich unverſehrt findet, der ſonſt jenen jezt zu Paris befindlichen Thierkreis enthielt, ableiten, indem hier der Anfang des Jahres im Zeichen des Löwen ſich findet, während jezt zur Zeit des höchſten Sommers die Sonne, auf ihrer ſcheinbaren Bahn, ihren höchſten Stand beim Anfange des Krebſes hat; darf man nun annehmen daß die Zeit der Einführung des altägyptiſchen Jahres zugleich die der Sternbilder und mithin auch jene des Thierkreiſes war, und daß um dieſe Zeit der erſte Stern des Widders, d. i. der „Meſarthin" (ein mit γ bezeichneter Stern 4ter Größe) 0° Länge hatte, ſo ſind ſeit jener Zeit, welche dem Thierkreiſe von Denderah angehört (nach weiter unten bei „Vorrücken der Nachtgleichen" beizubringenden Gründen) wenigſtens 2206 Jahre verfloſſen, und es iſt derſelbe mithin mindeſtens 406 Jahre

Sommermaximum wieder zuſammenfallen, wo alſo temporäre Regenloſigkeit vollkommen aufhört. Ein oſtweſt-

---

vor Chr. Geburt gefertigt worden. Andere folgern ein Alter von 4300 ja von noch viel mehr Jahren. Aehnliche Thierkreiſe fand man in den Ruinen von Esne, (dem alten Latopolis), Palmyra, Cathay und in mehreren Städten Indiens. Indeſſen fragt ſich: ob die Erbauer jener Tempel nicht ihre, ſondern viel frühere Zeiten bei den Thierkreis-Abbildungen im Auge hatten? Im Jahr 996 verfertigte Gerbert (nachher Pabſt unter dem Namen: Silveſter der zweite) eine Sonnenuhr; Uhren mit Räderwerken findet man in Europa ſeit dem 11. und Schlaguhren ſeit dem 13. Jahrhundert. Sand- und Waſſeruhren ſcheinen vor dem 11. Jahrhundert die einzigen Arten von Uhren geweſen zu ſein, welche in Gebrauch genommen worden. Schon 245 Jahre vor Chr. Geb. fertigte Kteſibius von Alexandrien eine Waſſeruhr; in Rom führte ſie Scipio Naſica 157 Jahre vor Chr. Geb. ein. Im Jahr 807 ſandte der Khalif Al Raſchid eine Waſſeruhr Karl dem Großen zum Geſchenke, aber dieſe alten Waſſeruhren waren ſehr verſchieden von denen jezt unter dieſem Namen bekannten Werkzeugen, die im Jahr 1663 Domenico Martinelli von Spoleto erfand. Im Jahr 1232 ſandte der damalige Sultan von Aegypten dem Kaiſer Friedrich II. die bis dahin bekannte vollſtändigſte Stundenuhr, beſtehend aus einem ſog. Planetarium d. i. künſtlichem Planetenſyſtem, das zugleich die Stunden anzeigte. Die erſte Stadtuhr erhielt Padua, im Jahr 1344; früher hatte man nur in Klöſtern dergleichen große Uhren. Im Jahr 1356 bekam Bologna, 1368 Breslau (durch Meiſter Schwelbelin), 1370 Strasburg eine und in demſelben lezteren Jahre ſtellte auch zu Paris ein 1364 dahin verſchriebener deutſcher Meiſter die erſte große Uhr auf einem dortigen Pallaſte auf. Die erſten kleinen tragbaren Uhren (portativi) oder Taſchenuhren ſcheinen in Italien erfunden worden zu ſein; wenigſtens wird ſolcher Uhren in einem italiſchen Sonnet (des Casper Vicecomes) ſchon im Jahr 1483 gedacht, während Peter Heele zu Nürnberg erſt im Jahr 1500 als berühmter Verfertiger von Taſchenuhren (ſog. Nürnberger Eier) genannt erſcheint; die Taſchenuhren aus dieſer Zeit hatten ſtatt der Kette eine Saite. Die Pendeluhren wurden von Chriſtian Huygens im Jahr 1656 erfunden; über Erfindung der Seeuhr, Chronometer ꝛc. ſ. dieſe Anm. S. 237. (Das erſte ſtündlich ſich wiederholende Glockenſpiel erhielt eine Kirche zu Aloſt in Flandern, im Jahr 1487.) Ein Gnomon mit einer Mittagslinie von beträchtlicher Länge wurde 1655 von Joh. Dominic. Caſſini, in der Petroniuskirche zu Bologna 176 Fuß 6 Zoll groß, die Mittagslinie aus Metall in Marmor eingelegt, hergerichtet; zu Florenz befindet ſich eine noch größere und genauere Mittagslinie, ſammt Gnomon, in der Metropolitankirche, im Jahr 1510 durch Paul Toscanelli hergeſtellt, und noch größere beſitzen die Sternwarten zu Neapel und Paris, ſo wie die Kirche St. Sulpice daſelbſt. Um Sonnenuhren, die als ſolche begreiflich nur die wahre Zeit angeben, in den Stand zu ſetzen, auch die mittlere Zeit anzugeben, pflegt man in der Nähe der Mittags-Schattenlinie eine, wie eine 8 geſtaltete, krumme Linie anzubringen, aber gewöhnlich ſo wenig zutreffend, daß ſie die beabſichtigte Mitangabe keineswegs erfüllen laſſen. An der alten Sternwarte zu Berlin war ſonſt eine dergleichen Sonnenuhr; auch in Paris findet man eine ſolche an dem Palais du Luxembourg. — Zur Auffindung der Sonnenbahn ꝛc. iſt ferner erforderlich 2) die Beſtimmung der Polhöhe des Ortes, die ſehr leicht zu vollziehen wäre, wenn den nördlichen Weltpol (ſ. oben S. 235) ein ſichtbarer Stern bezeichnete; da dieſes nun aber nicht der Fall iſt, ſo bleibt nichts übrig als einen anderen, nahe bei dem Weltpol befindlichen Stern zweimal im Meridian zu beobachten, einmal unter und einmal über dem Weltpol, und, nach gehöriger Berichtigung dieſer Höhen in Beziehung auf Stralenbrechung, die kleinere dieſer Höhen von der größeren abzuziehen, den Unterſchied zu hälften, und dieſe Hälfte entweder zur kleineren Höhe zu addiren, oder von der größeren Höhe abzuziehen; im November und December ſind beide Beobachtungen an einem Tage ausführbar, die der größten Höhe Morgens und jene der kleinſten Abends. Ein hieher gehöriges Bei-

wärts ſich erſtreckendes Gebirge wirkt hiebei wie eine ſüdlichere Lage; weil es die Aequatorial-Luftſtröme in einer Breite auffängt, wo ſie

---

ſpiel findet man S. 103 und 113 des II. B. m. Grundzüge ausführlich entwickelt. Zu Wien findet man z. B. die eine dieſer Höhen 49° 48',8 die andere 46° 36'4, dieſe ſummirt geben 96° 25'2, dividirt durch 2 gibt 48° 12' 6'' als die Polhöhe von Wien. Das Beſtimmen der Polhöhe iſt alſo ein in Graden ꝛc. ausgedrücktes Nachweiſen jener Höhe, in welcher von dem Beobachtungsorte aus der Nordpol des Aequators (d. i. der nördliche Weltpol) über dem Horizonte des Ortes fernt, oder des ſenkrechten Winkelabſtandes des Ortes (oder vielmehr des daſelbſt befindlichen Beobachters) von dem Erdäquator, und darum der geographiſchen Breite des Ortes gleich (ſ. oben S. 235 dieſer Anm.); je weiter der Ort vom Erdäquator fernt, um ſo größer iſt auch ſeine Polhöhe, und könnte der Beobachter ſich an den Pol der Erde ſelbſt begeben, ſo würde die Polhöhe ſeines Ortes 90 Grade betragen, während ſie für die Bewohner des Erdäquators = 0 iſt. Als ein dem Weltpol ſehr nahen Stern kann der Polarſtern (der äußerſte ſehr glänzende Stern α im Schwanz des kleinen Bären oder kleinen Wagens, der mit 2 andern ebenfalls lebhaft glänzenden Sternen dieſes Sternbildes eine etwas gekrümmte Linie vorſtellen läßt, während die übrigen 4 ſehr glänzende Sterne deſſelben ein längliches Viereck bilden) betrachtet werden, den man leicht findet, indem er mit den beiden Hinterrädern des ſog. großen Wagens (im Sternbilde des großen Bären) nahe in gerader Linie ſteht, und deſſen Abſtand von dem Pole des Aequators 1° 30' beträgt, jedoch eine dem Vorrücken der Nachtgleichen entſprechende veränderliche Größe iſt, die ſich in den nächſten Jahrhunderten noch vermindern, und im Jahr 2100 nur noch 28 Minuten betragen wird. Späterhin wird der Nordpol ſich von dem Polarſterne wieder mehr entfernen, und ein anderer Stern wird dann als Polar-Stern zu betrachten und für aſtronomiſche Meſſungen zu benützen ſein, ſo wie der jetzige dieſe Benennung zu Hipparch's Zeiten (d. i. 130 Jahre vor Chr. Geb.) nicht erhalten konnte, da er damals nahe um 12 Grade von dem Nordpol fernte. Im Jahr 2700 vor Chr. Geb. war der Stern α im Sternbilde des Drachen Polarſtern, und im Jahr 14000 nach Chr. Geb. wird es der Stern α Cygni oder Daneb im Schwan ſein. Je weiter man von Süd nach Norden reiſet, um ſo höher erblickt man den jetzigen Polarſtern (α des kleinen Bären); zu Rom z. B. ſieht man ihn 42° über dem Horizont, zu Roſtock um 12° höher, nämlich in einer Höhe von 54° über dem Horizont. Dieſer Höhenunterſchied dient aber zugleich mit zum Beweiſe für die kugelartige Abrundung der Erde, denn beide Städte fernen eben ſo viel Grade (nämlich 180 Meilen, die, den Grad zu 15 Meilen gerechnet, 12 Graden entſprechen) von einander, als jene Polarſternhöhen. Uebrigens ergänzt die Aequatorhöhe eines Ortes ſtets die Polhöhe deſſelben zu einem rechten (als ſolcher 90 Grade faſſenden) Winkel, oder was daſſelbe ſagt, iſt ſie gleich 90° weniger der Polhöhe oder geogr. Breite. — Die Declination des Polarſternes erhält man, wenn man die Hälfte des Unterſchiedes ſeiner beiden Höhen von 90° abzieht; obigem Beiſpiele (S. dieſer Anm.) gemäß alſo, wenn man 1° 36' von 90 in Abzug bringt, was dann die geſuchte Deklination für Wien gleich 88° 23',8 gibt, (während die Aequatorhöhe Wien's 41° 47',4 beträgt; denn dieſe zur Polhöhe Wien's d. i. zu 48° 12',6 addirt, gibt 90°). — Jene Grade des Aequators, welche der Abweichungskreis vom Frühlingspunkte an abſchneidet, geben die gerade Aufſteigung oder Rectaſcenſion des Sternes. Hievon verſchieden iſt die ſchiefe Aſcenſion d. i. die Zahl von Aequatorgraden, die der öſtliche Horizont zur Zeit des Aufganges des Sternes abſchneidet und der Unterſchied beiderlei Grade gibt die Aſcenſionaldifferenz, während, wenn ſich der Stern bei ſeinem Untergange im Abendhorizont befindet, eine ähnliche, durch den weſtlichen Horizont abgeſchnittene Zahl von Graden die ſchiefe Deſcenſion gewährt, und der Unterſchied zwiſchen ihr und der Rectaſcenſion heißt die Deſcenſionaldifferenz. Ein drittes Erforderniß zur Beſtimmung der jährlichen Sonnenbahn iſt die der Schiefe der Ekliptik; man erhält ſie durch genaue Meſſung der größten und kleinſten Sonnenhöhe im Jahre, was zur

ohne das Gebirge den Boden noch nicht berühren würden; daher fallen die Maxima in Italien mehr in den März und Oktober, als

---

Zeit der Sommer- und Winter-Sonnenwende geſchehen muß, und bei lezterer hinſichtlich der Stralenbrechung beſonders erſchwert iſt. Addirt man dieſe Schieſe zur kleinſten Sonnenhöhe, oder zieht man ſie von der größten ab, ſo erhält man wieder die Aequatorhöhe und daraus dann die Polhöhe; kennt man hingegen ſchon die eine dieſer Höhen, ſo kann man, mittelſt Beobachtung und Verbeſſerung der größten Sonnenhöhe, jenen Winkel, unter welchen die Ekliptik gegen den Aequator geneigt iſt, d. i. die Schieſe der Ekliptik finden. Hevel fand ihn im Jahr 1660 gleich 23° 29′ 0″, Flamſtead 1690 nur noch 23° 28′ 48″, Condamine 1736 nur gleich 23° 28′ 26″, Bradley 1750 nur noch 23° 28′ 18″, Tob. Mayer 1756: 23° 28′ 16″, Maskelyne 1769: 23° 28′ 9″,7 und Ximenes 1782: 23° 28′ 9″,5; gegenwärtig iſt ſie nahe 23° 28′ fährt aber immer noch fort abzunehmen, und wird es auch, Lagrange's hieher gehörigen Unterſuchungen zufolge, bis ſie im Jahr 6600 nach Chr. Geb. ihren kleinſten Werth mit 22° 54′ erreicht, während ſie 2000 vor Chr. Geb. ihren größten mit 23° 53′ erlangt hatte. Der Grund davon liegt in der Anziehung, welche die Planeten unſeres Sonnenſyſtems (auf die Stellung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne, mithin) auf die ſcheinbare Sonnenbahn üben, die dadurch bis auf ein gewiſſes Maximum dem Himmels-Aequator immer näher (in unſerer Zeit jährlich etwa um 48,368 Sekunden) gebracht wird. Nähme ſie nicht periodiſch ab und zu, ſondern nur und zwar im Verhältniß der Zeit ab, ſo würde ſie im Jahr 179297 unſerer Zeitrechnung ganz verſchwinden, d. h. ſo würde dann die Ekliptik als mit dem Aequator gänzlich zuſammengetroffen erſcheinen, und ſowohl die Ungleichheit der Tages- als der Jahreszeiten auf der Erde verſchwunden ſein; Tag und Nacht würden überall und ſtets gleich ſein, und aller Orten ununterbrochener Frühling herrſchen; denn ſowohl der Unterſchied der längeren und kürzeren Jahreszeiten, als auch jener der Jahreszeiten iſt lediglich Folge der 23° 28′ ſtarken Neigung der Erdaxe gegen ihre Bahn. — Ein viertes Erforderniß jener Beſtimmung iſt die der Deklination und Rectaſcenſion, (oben S. 244) des Zeitmaaßes und deſſen, was damit im Zuſammenhange ſteht. Die erſtere, oder die Abweichung eines Geſtirnes erhält man durch Vergleichung ſeiner Höhe (oben S. 248 dieſ. Anm.) mit der Aequatorhöhe. Iſt jene größer als dieſe, ſo zieht man leztere von der erſteren ab, der Reſt gibt die nördliche Abweichung; findet ſich hingegen das Verhältniß entgegengeſezt, ſo gibt die Höhe des Sternes von jener des Aequators abgezogen des Sternes ſüdliche Abweichung. Will man mit ungefähren Angaben zufrieden ſein, ſo führt man auf dem Globus den in dieſer Hinſicht zu beſtimmenden Stern unter den Meridian, zählt an dieſem die zwiſchen dem Aequator und dem Sterne befindlichen Grade, und erhält ſo deſſen Abweichung. Ein größter Kreis des Himmels, gelegt durch ein Geſtirn und durch den Pol des Aequators, und ſtets auf den Aequator ſenkrecht, gibt den Abweichungs-, Deklinations- oder Stundenkreis. Die Abweichung iſt alſo der zwiſchen dem Stern und dem Aequator enthaltenen Theil des Stundenkreiſes. Der hiebei vom Sterne bis zum Pole verbleibende Theil iſt die Ergänzung der Abweichung; iſt dieſer Abſtand des Sternes vom Pole kleiner als die Polhöhe, ſo wird der Stern an ſolchem Orte (von welchem aus die Höhe des Sternes und dadurch ſeine Abweichung beſtimmt worden war) nicht untergehen, ſondern mit allen übrigen, ihm hierin ähnelnden, ſich um den Weltpol (für ſehr nördliche Gegenden alſo um den Polarſtern) im Kreiſe drehen, außerdem aber für nicht in der Erdpolnähe gegebene Orte, zweimal in den Meridian tretend, eine größte und kleinſte Mittagshöhe gewinnen, wie dieſes bei uns z. B. bei allen Sternen der Fall iſt, die zu dem Sternbilde des kleinen und des großen Bären und des Drachen gehören. Zeigt ſich aber jener Abſtand (die Abweichungs-Ergänzung) größer als die Polhöhe, ſo gibt derſelbe um die Polhöhe vermindert (d. h. leztere von erſterem abgezogen) die größte Tieſe des Sternes unter dem Horizonte an, wie ſolches z. B. bei allen zum Thierkreiſe gehörigen Sternen ſtattfindet. Iſt endlich eines Sternes Declination ſüdlich und zugleich größer als die Aequatorhöhe, ſo geht der

in Frankreich, wo ſie nach dem Sommer hin zuſammenrücken, und richten ſich hier weſentlich nach der Oeffnung der Thäler.“

Stern (dem Orte) niemals auf; wohin z. B. verſchiedene Sterne im Schiff Argo (ein Sternbild dicht unter dem großen Hunde und vom weiteſten Umfange am ſüdlichen Himmel, das durch die Milchſtraße mitten hindurch geht), ſämmtliche des Phönix, Schwertfiſches, der fliegenden Fiſche ꝛc. gehören. Die Sonne erreicht ihre größte nördliche Abweichung vom Aequator, und damit zugleich ihre größte Höhe und Sommerſonnenwende, wenn ſie von der Frühlingsnachtgleiche vom erſten Punkt des Widders aus, d. i. vom 20. März an, von Tag zu Tag an Höhe gewinnend, gegen den 21. Juni hin in das Sternbild des Krebſes zu treten beginnt; ihre Höhe iſt dann der Schiefe der Ekliptik gleich und ihr Tageskreis fällt ſeinem größten Theile nach über, dem kleinſten nach unter den Horizont (was auf der nördlichen Erdhälfte größte Tageslänge und kürzeſte Nachtdauer zur Folge hat, während gleichzeitig auf der ſüdlichen Erdhälfte das Gegentheil: längſte Nacht- und kürzeſte Tagesdauer eintreten). Von nun an nähert ſich die Sonne wieder dem Aequator; ihre Mittagshöhen kürzen ſich mehr und mehr, bis ſie am 22. September die erſten Punkte des Sternbildes der Wage und damit zugleich wiederum den Aequator erreicht, was dann die Herbſtnachtgleiche zur unmittelbaren Folge hat. Von hieraus (für unſere, von der nördlichen Erdhälfte aus gerichtete Beobachtung) unterhalb des Aequators, in den nach dem Südpole zu fallenden Theil der Ekliptik gelangend, verkürzt ſich ihre Mittagshöhe von Tag zu Tag, bis ſie endlich, gegen den 21. December hin, und damit zur Zeit der Winterſonnenwende und des für die Nord-Erdhälfte kürzeſten Tages und der längſten Nacht, ihre größte ſüdliche Abweichung beim Eintritt in das Sternbild des Steinbockes gewinnt, wo ſie dann, zum Aequator ſich wieder mehr und mehr erhebend, alſo unter fortdauernder Abnahme ihrer ſüdlichen Declination, den 20. März wieder in den Aequator tritt, und ſo den ganzen Umlauf in der Ekliptik vollendet. — Ein fünftes Erforderniß zu dem oben S. 245 berührten Zweck iſt endlich die Beſtimmung der Breite und Länge der Geſtirne. Zieht man nämlich aus dem Pole der Ekliptik, durch einen Stern, einen Kreis ſenkrecht bis in die Ekliptik, und zählt man die Grade des zwiſchen dem Stern und der Ekliptik befindlichen Bogens ſolchen Breiten-Kreiſes, ſo hat man damit die Breite (Latitudo) des Sterns, die, wie die Abweichung, in die nördliche und ſüdliche zerfällt; der Winkel aber, den der Stundenkreis (oben S. 249) mit dem Breitenkreiſe macht, heißt der Poſitions-Winkel. Zählt man nun die Grade des auf der Ekliptik durch den Breitenkreis abgeſchnittenen Bogens, vom erſten Punkt des Widders (alſo vom Frühlingsnachtgleichenpunkte) an, ſo erhält man damit die Länge (Longitudo) des Sterns. Die Breite der Sonne (das wäre: der ſenkrechte Winkelabſtand der Sonne von der Ekliptik, d. i. von ihrer eigenen ſcheinbaren Bahn) iſt natürlich ſtets = 0. Da die Sonne binnen Jahresfriſt die 12 Zeichen des Thierkreiſes (oben S. 242) zu durchgehen ſcheint, ſo werden die Sterne, in deren Nähe ſie ſich befindet, bei Tage über unſerm Horizont ſtehen und mithin, der Sonnenhelle wegen, nicht geſehen werden können, jene aber, welche von denen Sternen in Abſicht auf Rectaſcenſion oder Länge um 180 Grade verſchieden erſcheinen, die Mittags mit der Sonne im Meridiane ſtehen, ſie werden um Mitternacht in den Meridian kommen, und ſo wird jede kommende Mitternacht oder überhaupt jede kommende Stunde der Nacht und der Nächte in einer beſtimmten Himmelsgegend zur beſtimmten Zeit andere Sterne zeigen, bis endlich am Ende des Jahres alle Firſterne wieder ihre vorige Lage erreicht haben, und nur jene Sterne, welche im Bogen nicht weiter vom Nordpol fernen, als die Polhöhe des Ortes beträgt, werden zwar nie untergehen, wohl aber in einer und derſelben Himmelsgegend hinſichtlich ihres Erſcheinungsortes wechſeln; wie denn z. B. der kleine Bär den 1. Jan. Abends 10 Uhr öſtlich neben dem Pole, ein Vierteljahr darauf über dem Pole dem Zenith zugewendet, wieder ein Vierteljahr ſpäter weſtwärts neben dem Pole, und nach Ablauf von Dreivierteljahr unter demſelben dem Horizonte zugewendet zu ſchauen iſt, am Ende des Jahres aber wiederum ſteht, wo er am An-

Dove a. a. O. Gegenden, in denen plötzliche Minderungen oder Verdichtungen eines oder des anderen atmoſphäriſchen Gaſes ſtatt haben, erleiden von allen Seiten her Zuſtrömung von Luft, und ſowohl in dergleichen Gegenden ſelbſt, während der Minderung oder Verdichtung, wie auch an den Orten, von denen her die Luft-Zuſtrömung erfolgte, werden, während deſſen, Minderungen des Luftdruckes und damit Fallen des Barometers eintreten müſſen, und zwar zuerſt in der Gegend der urſprünglichen Luft-Minderung oder Waſſergas-Verdichtung, dann aber auch in jener der Zuſtrömungsrichtung, und während ſolche Zuſtrömung ſich in Gang ſezt, wird das Barometer der erſteren Gegend wieder anfangen müſſen zu ſteigen; der entgegengeſezte Fall, ein nach allen Seiten hin eintretendes Abfließen der Luft (ſey es durch örtliche plötzliche Vermehrung eines oder des andern ihrer Einzelgaſe, oder durch örtlich verſtärkte Erhitzung der Geſammtluft ſelbſt) wird auch die entgegengeſezten Wirkungen auf das Barometer hervorbringen; der Ort der Ueberfüllung mit Luft (z. B. mittelſt gewaltiger vulkaniſcher Dampf-Entwickelung, ſelbſt durch Verpuffungen ungeheurer Pulvermaſſen bei Schlachten ꝛc.) oder der übermäßigen Erhitzung der gegebenen Luft, wird das augenblicklich ſtärkſte, die ringsum liegenden Orte hingegen werden, mit den wachſenden Entfernungen derſelben abnehmend ſtarke Barometer-Steigen erfahren; die Fälle der erſteren Art ſind jedoch häufiger, als jene der lezteren; wie denn z. B. den 24. und 25. Decbr. 1821 das Barometer zu Boulogne am Canal nachdem es ſchon am 24. Decbr. Morgens 10 Linien unter ſeinem dortigen mittleren Stand hinabgegangen war, in den nächſten 20 Stunden noch um 12⅓ Linien fiel und bis gegen den 26. Decbr. hin, ringsum, in ſehr bedeutenden Fernen (in Holland und Deutſchland, Preußen, Polen, Rußland und Finnland, und ähnlich auch in Norwegen, England, Schottland, Frankreich, Ober- und Unter-Italien) merklich, jedoch je weiter die Entfernung vom Orte des tiefſten Punktes (von der Gegend von Boulogne) um ſo weniger tief ſank, ſo als ob in der Gegend von Boulogne und Dieppe plötzlich viel Luft zum Verſchwinden gebracht worden wäre; wie denn auch gleichzeitig die ſüdlichen Küſten Frankreichs und Ober-Italiens von faſt unerhört ſtarken Orkanen heimgeſucht wurden, während die Gegend des tiefſten Barometerſtandes ſich ruhiger Luft erfreuete, und auch Holland von auffallenden Stürmen nicht heimgeſucht ward. Auffallend genug hingegen traf mit dieſem tiefen Barometerfallen der den 25. Decbr. 1821 ſtatt gehabte vulkaniſche Ausbruch des Oefields-Jökul auf Island, der Zeit nach zuſammen, und ebenſo hatte auch im Jahr 1783 jenes furchtbare Erdbeben, das am

fange deſſelben geſehen wird. So viel hier einſtweilen zur Erläuterung des oben S. 233 im Texte bemerkten. Mehr hierüber ſpäterhin bei der ferneren Betrachtung des Geſetzlichen der Weltkörper-Bewegungen.

5. Februar und in den darauf nächſtfolgenden Tagen in Calabrien zerſtörend tobte, vom 6. bis 9. Febr. tiefe Barometerſtände im Gefolge. Vergl. auch m. Hdb. d. Meteorologie I. 60 ff. Uebrigens iſt es auſſer Zweifel daß alle drei Hauptarten von Bewegungen der freien Luft, die im Allgemeinen durch Temperaturwechſel und zum Theil auch durch Erdumſchwung bedingte, die in der heißen Zone ſehr beſtändige, gegen die Pole hin mehr und mehr veränderliche Fließungs-Bewegung der Winde (bei der Luft vorzüglich nach den Geſetzen des Stoßes wirkend; oben S. 41 ff.), die vorzugsweiſe am Barometer nachweisbare Wogungs-Bewegung des atmoſphäriſchen Ebbe- und Fluth-Wechſels, und die eigentliche Wellen-Bewegung (oben S. 135), wie ſie z. B. beim Donner und den Exploſionen, dann aber auch bei jähem Windſtoß gewöhnlich iſt, gegenſeitig in einander greifen und ſich wechſelſeitig abändern. Das Wogen der Luft beſteht entweder in einem regelmäßigen Wechſel von Steigen und Fallen des Barometers und wird in dieſem Falle deſſen Oscillation oder periodiſche Bewegung (von mir: Barometer-Bebung) genannt, oder in zum Theil ſehr lebhaften ungeregelten Wechſeln ſeines Standes, was ich (in m. Meteorologie II. 242) durch Barometer-Schwankung bezeichne, und was hauptſächlich durch unbeſtändige Winde, Gewitter, Erdbeben und vulkaniſche Ausbrüche, ſowohl durch deren Gas-Entwickelungen als durch deren Bodenwärmungen; (Krüger — deſſen Geſchichte der Erde Halle 1746. 8. S. 150 — zufolge iſt die Erdoberfläche beim Veſuv oft ſo heiß, daß Metalle auf derſelben ſchmelzen), Tages- und Jahreszeiten-Ungleichheit ꝛc. hervorgebracht wird, während den Barometer-Bebungen täglich wiederkehrende gleichförmige Wechſel in der Luft- und Boden-Erwärmung, ſo wie in der Luft-Feuchte, in der Meeres-Ebbe und Meeres-Fluth, und in den leztere bedingenden Anziehungen fremder Weltkörper (vorzüglich des Mondes und der Sonne) zum Grunde liegen. In den Aequatorialgegenden gehören auffallende Unterſchiede im Barometerſtande d. ſ. die Schwankungen zu den Seltenheiten und nur wenn Orkane toben, oder wenn heftige Erderſchütterungen beginnen, werden ſie dort ſehr merklich; die Bebungen hingegen ſind dort faſt die einzigen Barometer-Veränderungen und wenn gleich ſie in den übrigen Erdſtrichen und namentlich in den gemäßigten auch nicht fehlen, ſo werden ſie hier doch für kurze Beobachtungszeiten, durch die Schwankungen, faſt ganz unmerkbar, und nur aus den ſtündlichen und täglichen Mitteln einer ſehr großen Zahl von mehrere Jahre lang fortgeſezten Barometer-Beobachtungen läßt ſich in unſeren Gegenden der Dauernwechſel (die Periode) des Bebungs-Ganges des Barometers nachweiſen. Zwiſchen den Wendekreiſen hingegen erreicht das Barometer regelmäßig, Tage wo Orkane oder Erdbeben toſen ausgenommen, um 4½ Uhr Nachmittags ſeinen tiefſten Stand, ſteigt dann bis Abends 10 Uhr, fällt nun wiederum bis Morgens 3½ Uhr,

erreicht dann abermals 9½ Vormittags ſeinen höchſten Stand und endlich Nachmittags 4½ Uhr wieder ſeinen tiefſten, und ſo fort. Das erſte Steigen beträgt gegen 0,6 und das dieſem folgende erſte Fallen 0,3; das zweite Steigen 0,7 und lezte Fallen faſt eine ganze Linie. Am Meere, wie auch auf den Höhen Quito's und Mexico's, treten dieſe täglichen Unterſchiede des Barometerſtandes nahe oder vollkommen gleichzeitig und gleichwerthig ein, in Oſtindien erleiden ſie hingegen, nach Maaßgabe der Lage der Orte gegen die Gebirge und in Folge des Witterungs-Wechſels merkliche Abweichungen, ſo daß ſie, Horsburghs Beobachtungen zufolge, zur Regenzeit auf dem Lande dort unmerkbar werden, während ſie jedoch auf dem Meere fortdauern. Auch für Padua gelang es Chiminello, für Spanien Ramond, für Frankreich Arago und für München v. Yelin einen ähnlichen Dauernwechſel der Barometer-Bebungen inſofern darzuthun, als ſich für die genannten Orte zwei tägliche Maxima und Minima des Barometerſtandes nachweiſen ließen; auch hier fand ſich nahe gegen 4 Uhr Morgens ein tiefſtes Fallen, um 10 Uhr Abends ein ſtarkes und um 10 Uhr Vormittags ein verhältnißmäßig ſtärkſtes Steigen, jedoch betrug der Unterſchied zwiſchen dem ſtärkſten Fallen und Steigen, d. i. zwiſchen der größten Höhe Vormittags um 10 Uhr und der kleinſten Nachmittags um 4 Uhr kaum ½ Linie. Zu Aabo fand Hällſtröm dieſen Höhenunterſchied kaum ⅓ Linie groß; auch trat dort der höchſte Stand erſt nahe vor Mittag, der tiefſte dagegen ebenfalls um 4 Uhr Nachmittags ein, auch war der Unterſchied des nachtlichen Maximums und Minimums (des um 10 Uhr Abends eintretenden höchſten und um 5½ Uhr Morgens vorkommenden tiefſten Standes) um etwas größer, als jener des taglichen. Ramond ſah zur Winterszeit die Weiten des höchſten und tiefſten taglichen Barometerſtandes dem Mittag etwas näher rücken, als zur Sommerszeit; vergl. Alex. v. Humboldt: Ueber die täglichen Oscillationen des Barometers in Schweiggers Journ. XVI. 458 und XLVII. 137, Hällſtröms Abh. in Poggendorffs Ann. VIII. 131, 299 u. 443 und deſſen aus A. v. Humboldts und A. Bonglands Voyage aux regions equinoxiales du nouveau continent entlehnter Nachtrag; a. a. O. XI. 251 ff. S. 268 daſelbſt theilt Hällſtröm, in Form einer Tafel, eine ſummariſche Ueberſicht über die Zeiten der Maxima und Minima des Barometerſtandes mit, wie ſie ſich aus ſämmtlichen, in den bezeichneten Abhandlungen befindlichen und von H. berechneten Beobachtungen ergeben, und hienach ſind wir noch weit davon entfernt das Oscillationsphänomen des Barometers und beſonders die Zeiten ſeiner täglichen Maxima und Minima und deren Abhängigkeit von der geographiſchen Lage des Ortes und von den Jahreszeiten genau zu kennen, was jedoch ſchon jezt mit einiger Sicherheit aus den vorliegenden Beobachtungen gefolgert werden kann, iſt, daß die Größe der Barometer-Bebungen mit zuneh-

mender geogr. Breite abnimmt, daß ſich aber gegenwärtig noch nicht beſtimmen laſſe: ob die Zeit des (von Mehreren angenommenen) mittäglichen mittleren Barometerſtandes mit der geogr. Breite des Ortes veränderlich ſey? Und daß man bis Weiteres ſich mit dem arithmetiſchen Mittel aus den gemachten Beobachtungen genügen und 0,8 Uhr Nachmittags als jene Zeit annehmen müſſe; vergl. hiemit m. Hdb. d. Meteorol. II. 2. u. v. Hoff's Beob. in m. Arch. f. Chem. u. Meteorol. II. 89. Auf die Abweichungen der winterlichen Barometerſtände-Unterſchiede von den ſommerlichen, dürften vorzugsweiſe die herrſchenden Winde Einfluß üben; ſo daß dieſe nicht nur auf die Barometer-Schwankungen, ſondern auch auf deſſen Bebungen allgemein abändernd einwirken. Auch Hecker's zu Bützow (im Mecklenburgiſchen, an der höchſtens 4 pariſer Fuß über die mittlere Spiegelhöhe der Oſtſee gebetteten Warnow, unter 53° 54′ n. Br. u. 29° 43′ 22″, 5 öſtl. L. von Ferro vom 1. Auguſt 1781 bis zum 25. April 1789 täglich 3 mal Mittags um 2 und 4 Uhr und Abends zwiſchen 10 und 11 Uhr) veranſtalteten und von Nizze berechnete Barometer-Beobachtungen (m. Archiv VII. 253. ff.) zeigten, daß an einerlei Ort die Unterſchiede der Barometerhöhen im Sommer geringer ſind, als im Winter (und ebenſo die gleichzeitigen Temperatur-Unterſchiede benachbarter Orte). Auch die anderweit gemachte Beobachtung: daß die höchſten Barometerſtände ſich lange nicht ſo hoch über die Mittelhöhe erheben, als die tiefen unter ihr zurückbleiben, findet ſich für die meiſten Gegenden der gemäßigten Zonen beſtätigt; vergl. auch Meiſſner's Unterſ. über den ausgez. hohen Barometerſtand vom 6.—8. Febr. 1821; in m. Arch. II. 130 ff. Der Grund dieſer ungleichen Entfernung der höchſten und tiefſten Barometerſtände von der wahren mittleren Barometerhöhe liegt in der Ungleichheit der Dauer beiderlei Stände; die ſehr hohen gehen nämlich nicht ſo ſchnell vorüber, als die ſehr tiefen. Die auffallende, in neueren Zeiten mehrfach beſtätigte Wahrnehmung, daß ſelbſt an der Oberfläche des Meeres der Barometerſtand nichts weniger als überall gleich iſt (m. Meteorologie a. a. O. I. S. 373), wie ihn denn z. B. Thorſtenſen bei Island wenigſtens um 3 Linien tiefer fand, als an Deutſchlands, Frankreichs ꝛc. Küſten, ſcheint ebenfalls auf gewiſſe Allgemeinheiten der Luftſtrömungen (für obigen Fall z. B. auf der von Süden nach Norden gerichteten oberhalb des atlantiſchen Oceans) zum Theil aber auch auf die Höhenunterſchiede der Ebbe und Fluth der verſchiedenen Meere gegründet zu ſein, wenigſtens reden die Unterſchiede der Meerſpiegelhöhen der Nord- und der Oſt-See dieſer Vermuthung das Wort. Fernen zwei Barometerbeobachtungs-Orte beträchtlich von einander, ſo ſteht das Barometer an jenem Orte von welchem der Wind her wehet, verglichen mit dem entgegengeſezten Orte um etwas zu hoch; wie ſich denn z. B. aus der von H. W. Brandes (Beiträge zur Witterungskunde. S. 229)

vollzogenen Berechnung von faſt 400 auf dem Gotthard, zu Genf und zu Padua angeſtellten Beobachtungen ergab, daß bei Nordweſtwind die Höhe des Gotthard über Genf um 88 Fuß zu groß, die über Padua hingegen um 48 Fuß zu klein befunden wurde, und bei ſtürmiſchen Nordweſtwinden der mittlere Unterſchied dort ſogar 98, hier 74 Fuß betrug, während bei Südſüdoſt- und Südweſt-Winden jene gegen 10 Fuß zu klein, dieſe aber um 17 Fuß zu groß ſich berechnete; daß man bei barometriſchen Höhenmeſſungen (oben S. 31) den Einfluß der Wechſeldauern der Barometer-Bebungen und ebenſo den der Winde auf das Barometer, nicht ohne Nachtheil unbeachtet laſſen darf, folgt aus dem Vorhergehenden unbezweifelbar. — Orte mit gleichzeitig eintretenden und (nahe) gleich großen Barometer-Veränderungen ſind barometriſch gleich oder iſobarometriſch und die ſie verbindenden Linien heißen iſobarometriſche; wie denn z. B. Gotha, Bordeaux, München, Udine, Piſa, Turin ꝛc., desgleichen Dijon, Paris und Zürich, ſo wie auch La Chapelle und Florenz durch dergleichen Linien verbindbar erſcheinen.

y) Carlini nimmt als Haupturſachen für die täglichen Barometerbebungen die Sonnen-Erwärmung und die Anziehung des Mondes und der Sonne zur Erde an, und nennt erſtere den phyſiſchen, lezteren den dynamiſchen Grund der gen. Erſcheinungen (m. Grundz. II. 174), erſteren den größeren, lezteren den kleineren täglichen Wechſel in den Barometerſtänden, oder erſteren den Wechſel zwiſchen der täglichen größeren, lezteren den zwiſchen der täglichen kleineren Luftebbe und Luftfluth zuſchreibend; zur Zeit der lezteren ſteigt das ſteigende Barometer und fällt das fallende langſamer, als außer derſelben; (m. Experimentalphyſik I. 341). Da nämlich alle Weltkörper gegen einander ſchwer ſind, d. h. ſich gleich allen räumlichen widerſtandesfähigen und daher mechaniſch undurchdringlichen Materien (oben S. 5, 28 und 36 Anm.) wechſelſeitig zu einander bewegen (S. 8 ff., 29 Anm., 43 Anm. und S. 46 Anm.), und da ſie es um ſo mehr ſind, je näher ſie einander rücken, von allen aber der Mond der Erde am nächſten, um dieſelbe und zugleich mit derſelben ſeinen Lauf um die Sonne vollbringt, leztere zwar beträchtlich mehr von der Erde fernt, dagegen unter allen Weltkörpern ihres Syſtems die größte Maſſe darbietet und eben darum ihrer eigenen Anziehung die der Planeten, Nebenplaneten (Monde oder Trabanten) und Kometen unterordnet (S. 8), ſo wird auch hauptſächlich vom Monde, weniger von der Sonne (nach v. Bohnenberger — deſſen Aſtronomie S. 682 — im Verhältniß von 1, wenn die Wirkung des Mondes gleich 3 geſezt worden) zu erwarten ſtehen: merkliche Schwächung der vom Erdſchwerpunkte aus gegen die gleichförmig beweglichen Theile der Erdoberfläche, d. i. gegen das die Erde bedeckende Waſſer und die über dem Waſſer ſchwebende Luft gerichteten Anziehung des Erdſchwerpunktes (S. 43 Anm. und 46 Anm.) oder, was daſſelbe beſagt: merkliche Emporziehung jener

Luft- und Waſſerantheile, welche ſich, während der Axendrehung der Erde und der Umlaufsbewegung des die Erde umſchwingenden Mondes, gerade zwiſchen der feſten Erde und dem Monde befinden, und ſo wird ſolches durch den Mond bewirkte Emporziehen des Waſſers und Auflockern der Luft um ſo mehr verſtärkt hervorgehen, je mehr der Mond der Erde und dieſe ſich der Sonne genähert hat, und je mehr Mond und Sonne hiebei gemeinſam wirken, was ſie jedoch nur vermögen: wenn ihre Wirkungen in eine und dieſelbe geradlinige Richtung fallen, wie ſolches in den Neu- und Vollmonden (Syzygien) eintritt, während, wenn die Wirkungen beider Weltkörper einander entgegen gerichtet erſcheinen, ſie dieſes ihr Wirken auch gegenſeitig ſchwächen werden, was denn auch in den Mondesvierteln (Quadraturen) der Fall iſt; oder mit anderen Worten, in den Syzygien wird zu der vom Monde aus bewirkten Fluth ſich die von der Sonne hervorgebrachte geſellen und ſo, Falls dabei der Mond zugleich in ſeiner Erdnähe weilt, ſog. Springfluth (höchſte See und höchſte Luft) erzeugen, in den Quadraturten hingegen werden beiderlei Fluthen, die ſogenannte Mondes- und die Sonnenfluth, durch Entgegnung einander mindern, und, wenn der Mond zugleich am weiteſten von der Erde fernt, tiefſte Nipfluth (mindeſt hohe Luft und wenigſt hohe See) zu Wege bringen. Wie oft ſolches möglich, ergibt ſich aus dem Zeitverbrauch und der Bahnenbeſchaffenheit des Mondlaufes (in 16 Vollmonden befindet ſich der Mond 17 Mal in ſeiner Erdnähe) und aus denen der Erde um die Sonne, oder aus der ſcheinbaren Sonnenbahn. Während der Nachtgleichen ſind Sonne und Mond im Aequator oder ohnfern deſſelben, zur Zeit der Sonnenwende aber iſt die Flut bei Vollmond und bei Neumond ſchwächer als gewöhnlich, bei den Mondsvierteln hingegen ſtärker, als ſonſt in denſelben. Wären beide Weltkörper beſtändig im Aequator, ſo würden alle täglichen Fluten nahe gleich groß ſein; daß ſie es nicht ſind, entſpringt aus der nördlichen und ſüdlichen Abweichung (Declination) des Mondes und der Sonne auf ihren Bahnen, und da der Mond nie über 28° von der Aequatorialbahn abweicht (nie über 28° vom Aequator ſich entfernt zeigt), ſo erklärt ſich: warum er innerhalb der heißen Zone und einige Grade über dieſelbe hinaus die größte und regelmäßigſte Flutung bewirkt, und weßhalb in der Polnähe, oder über 65° nördliche und ſüdliche Breite hinaus, Ebbe und Flut faſt unmerklich werden. Die Verſchiedenheit ſeiner Abweichung, ſo wie jener der Sonne, ob ſie nördlich oder ſüdlich, wird ihrerſeits ebenfalls auf die Höhe der Flut und Tiefe der Ebbe beſtimmend wirken müſſen; wie denn auch für unſere nördliche Erdhälfte während des Winters, zur Zeit der Syzygien, die täglichen Frühfluten ſtärker hervortreten als die Abendfluten, im Sommer hingegen ſich das Verhältniß umkehrt. Endlich wird auch die Erde ſelbſt, ſowohl in Folge ihrer Axendrehung (S. 9 Anm.) und der daraus entſpringenden Umſchwungbewegung (deren Weſtoſt-

richtung dieſelbe iſt, die der Mond befolgt, wenn er um die Erde ſchwingt), wie auch gemäß der Beſchaffenheit ihrer Oberfläche an dem ganzen Phänomene Hauptantheil haben müſſen; wie denn auch die Uneingeſchloſſenheit der Meere der heißen Zone (und der wärmeren Theile der gemäßigten Zonen) den freien Verlauf des Ebbe- und Fluthenwechſels ſehr begünſtigen, während Eingeengtſein der Gewäſſer dieſen hindert und oſtwärts in das Meer gerichtete Flußmündungen Zuſammendrängungen des Fluthwaſſers und damit ungewöhnliche Aufſtauchungen zu Stande bringen machen; was aber in dieſer Hinſicht vom freibeweglichen Waſſer der Erde gilt, das findet auch, wiewohl in ſehr vermindertem Maaße, ſeine Anwendung auf die Luft, und öſtliche hohe Gebirgsreihen werden, in Abſicht auf Luftwogung, im ſehr verjüngten Maaßſtabe Aehnliches leiſten, was die öſtlichen Meeresküſten im Gegenſatz der weſtlichen gewähren: nämlich früheres Erreichtwerden von der Fluth, als ſolches bei den weſtlichen der Fall iſt, und Aufſtauchen des Flüſſigen in öſtlicher und Abfließen deſſelben in weſtlicher Richtung; denn es tritt die hohe Meeresfluth an den öſtlichen Küſten eher ein, als an den weſtlichen, und während Orte zwiſchen den Wendekreiſen, welche in einerlei Mittagskreis liegen, den Ebbe- und Fluthenwechſel gleichzeitig haben, erſcheint er bei Orten außerhalb der Wendekreiſe ſpäter und über 65° hinaus gar nicht mehr. Bei den Gewäſſern der Erde läßt ſich der Höhenſtandwechſel unmittelbar ſehen und demnach meſſen, bei der Luft hingegen theils nur mittelſt lange Zeit hindurch fortgeſezter zahlreicher Barometerbeobachtungen darthun, theils durch Vergleichung der in Folge geſtörten Gegendruck-Gleichgewichts der Luft zur Zeit der Syzygien und der Quadraturen entſtandenen atmoſphäriſchen Niederſchläge, Windwechſel ꝛc. nachweiſen; den erſteren dieſer Wege ſchlug Flaugergues zu Viviers ein, indem er auf die aus zwanzigjährigen Beobachtungen aufgefundenen monatlichen barometriſchen Perioden aufmerkſam machte und zeigte: daß das Barometer zur Zeit des lezten Viertels am höchſten, zur Zeit des „zweiten Achtels“ (oder des zweiten zwiſchen das erſte Viertel und den Vollmond fallenden Octanten) am „tiefſten“ ſtehe (wie denn auch ſchon früher A. v. Humboldt — in deſſen Reiſen durch die Aequinoctialgegenden. Stuttgart 1826. Th. V. S. 700 — die mittlere Barometerhöhe innerhalb der Wendekreiſe, in Santa de Bagota, im Mittel zur Zeit des lezten Viertels am höchſten und zur Zeit des erſten, ſo wie zu jener des Vollmonds am tiefſten gefunden hatte. Vergl. F.'s Abh. in m. Arch. f. d. geſammte Naturl. XVII. S. 32. und Arch. f. Chem. und Meteor. V. 179. Schübler und Eiſenlohr folgten ihm hierin nach. Den anderen Weg betrat zuerſt mit einiger Sicherheit Schübler (Deſſen Unterſuchung über den Einfluß des Mondes auf die Veränderungen in unſerer Atmoſphäre ꝛc. Leipz. 1830. gr. 8.), obgleich auch Flaugergues bereits aus den erwähnten Beobachtungen Aehnliches gefolgert und vor beiden For-

ſchern Toaldo, Lamark, Haberle, Gerdum u. A. den, bekanntlich von Vielen und unter dieſen auch von Lichtenberg längſt behaupteten Einfluß des Mondes auf die Witterung nachzuweiſen und zu deuten ſich bemüht hatten. Schübler benützte in der genannten Schrift 28 Jahre hindurch fortgeſezte Beobachtungen, indem er die während derſelben in 348 ſynodiſchen und 371 anomaliſtiſchen Mondsumläufen vorgekommenen 4298 einzelnen wäſſerigen Niederſchläge mit den Stellungen des Mondes in Beziehung brachte, und die für die Hauptpunkte deſſelben gewonnenen Ergebniſſe überſichtlich ordnete. Wiewohl nun dieſe Ergebniſſe die Einwirkung des Mondes auf die Atmoſphäre außer Zweifel zu ſtellen ſchienen, ſo zeigten ſie doch: daß die Wahrſcheinlichkeit des Eintrittes dieſer oder jener Witterung für beſtimmte Tage, und eben ſo für einzelne Monate und Jahre, auch wenn die wirkſamſten Stellungsverhältniſſe des Mondes (und der Sonne) zur Erde ſtatt haben, immer nur ſehr geringe ſey; wie denn auch Bouvard's binnen elf Jahren zu Paris gewonnene Barometerbeobachtungen, nach Laplace's Formeln berechnet, die Größe der atmoſphäriſchen Flut zu Paris nur zu 0,01763 Millim. Barometerhöhe ermitteln laſſen, und hienach die Wahrſcheinlichkeit des Zutreffens der nach dem Mondſtande vorausgeſezten Witterung, wenn man die Gewißheit gleich 1 ſezt, Laplace zufolge nur gleich 0,3617 erachtet werden kann. Schübler zeigte übrigens an den von Gronau mitgetheilten und zum Theil von demſelben gemachten 100jährigen und an anderen im ſüdweſtlichen Deutſchland angeſtellten 60jährigen, zum Theil eigenen Barometerbeobachtungen, und eben ſo auch an 30jährigen, zu Carlsruhe in Baden veranſtalteten (vergl. Unterſuchungen über das Klima und die Witterungsverhältniſſe von Karlsruhe. Von Dr. Otto Eiſenlohr. Karlsr. 1832. 4.), daß die Flaugergues'ſchen wie ſeine eigenen hieher gehörigen Folgerungen im Ganzen genommen ihre Beſtätigung finden (m. Arch. f. Chem. u. Meteorol. V. 169 ff. und VI. 225 ff.), und auch Hallaſhka's Beobachtungen (a. a. O. II. 81) redeten Schübler's Unterſuchungsergebniſſen einigermaßen das Wort. Die neueſten hieher gehörigen Unterſuchungen verdanken wir Eiſenlohr (Poggendorff's Ann. XXXV. 309 ff.); ſie beſtätigen eines Theils die Flaugergues'ſchen und die früheren von E. aus den Karlsruher Beobachtnngen abgeleiteten (das Barometer erreicht am Tage des zweiten Octanten, d. i. den zwölften Tag des ſynodiſchen Monats [d. i. der Zeit von einem Neumond oder Vollmond zum andern, im mittleren Betrag gleich 29 Tage 12 Stunden 44 Min. 3 Sec.] den tiefſten, am Tage des „lezten Viertels“ oder den 22. des Monats den höchſten Stand), und annähernd auch das Schübler'ſche Ergebniß (das Maximum der erſten Tage fällt auf den Tag vor den zweiten Octanten, das „Minimum“ auf „den 23., d. i. auf den nach dem lezten Viertel“), indem E. zufolge das Minimum der naſſen Tage zwar ſchon auf den 17. Tag

des Monats, das Maximum jedoch auf den 10. fällt, und erſt vom 21. an bis zum zweiten Tage nach dem Neumonde die Anzahl der naſſen Tage fortdauernd kleiner bleibt, als die mittlere Anzahl derſelben; was mit dem für das Barometer gefundenen Geſetz in ſo weit gut übereinſtimmt, in ſo fern während der Perioden des höheren Barometerſtandes die Anzahl der naſſen Tage kleiner iſt, als während der Periode des tieferen; weiter folgt aus E's hieher gehörigen Unterſuchungen der erwähnten Carlsruher und der 27jährigen Straßburger Beobachtungen: 1) die regelmäßige Oscillation des Barometers während eines ſynodiſchen Mondumlaufes iſt in jeder Jahreszeit merklich, aber, wie alle Schwankungen des Barometerſtandes, im Winterhalbjahr bedeutender, als im Sommer; 2) in jeder Jahreszeit ſteht das Barometer im abnehmenden Monde höher, als im „zunehmenden"; wie denn auch im erſteren ſtets ein, gewöhnlich auf das lezte Viertel fallendes Maximum, und im „lezteren" ein dieſen vorangehendes, gemeinhin auf den zweiten Octanten treffendes Minimum des Barometerſtandes eintritt; ein zweites, meiſtens kleineres Maximum zeigt ſich in den erſten Tagen des zunehmenden Mondes, dem ein zweites, jederzeit kleineres Minimum im vierten Octanten vorhergeht; 3) der Einfluß der Luniſtitien iſt (gegen Flaugergues) unmerklich, oder wenigſtens ſehr unbedeutend; der höchſte Barometerſtand trifft im Frühling nicht mit dem erſten und der tiefſte nicht mit dem lezten Viertel zuſammen, auch verhält es ſich im Herbſte nicht umgekehrt, und nur Einiges der Art bemerkt man in der leztgenannten Jahreszeit, weil dann die von F. angenommene Wirkung der Luniſtitien mit der regelmäßigen Oscillation nahe zuſammenfällt; 4) in Beziehung auf Regenmenge beſtätigt ſich Schübler's Geſetz: es fällt ein ganzes Jahr die größte Waſſermenge im zweiten, die geringſte im vierten Octanten; ein zweites kleineres Maximum gehört jedoch dem erſten, und ein zweites kleineres Minimum dem dritten Octanten an. Ohne dieſe beiden untergeordneten kleineren Aeußerſten würde die Regenmenge vom Neumond bis zum zweiten Octanten regelmäßig wachſen, und vom Vollmond bis zum vierten Octanten eben ſo regelmäßig ſich mindern. Es fällt alſo das Minimum des Barometerſtandes, das Maximum der naſſen Tage und das der Regenmenge auf den zweiten, die Minima der naſſen Tage und der Regenmenge auf den vierten Octanten, das Maximum des Barometerſtandes tritt aber ſchon am lezten Viertel ein. Auch trifft meiſtens während des zunehmenden Mondes die Periode der ſich mehrenden und umgekehrt in der Zeit des abnehmenden jene der ſich mindernden Dichte des Regens (oben S. 150) ein. Das Maximum der Regendichte fällt im Sommer, im Herbſt und im ganzen Jahr auf den Vollmond, im Winter ſchon auf den erſten Octanten, im Frühling hingegen erſt auf das lezte Viertel; und eben ſo fällt das Minimum der Dichte im ganzen Jahr auf den vierten Octanten, und nur im Frühling

erſt auf den Neumond, was daher mit den obigen den Barometerſtand, die Zahl der Regentage und die Regenmenge betreffenden Ergebniſſen übereinſtimmt. Eiſenlohr a. a. O. *). Hat der Mond

---

*) Stehen Menge und Dichte der wäſſerigen Niederſchläge mit dem Mondwechſel im Zuſammenhange, ſo, ſollte man meinen, wird ſolches ebenſo auch, und muthmaaßlich noch weit häufiger, bei den Bildungen der Wolken und vorzüglich bei jener der Schleierwolken (oben S. 122) der Fall ſein, indeſſen zeigen Eiſenlohr's weiter unten vorkommende, hieher gehörige Unterſuchungen, daß die Wolkenbildung weniger mit dem Barometerſtande als mit der Windbildung zuſammenhängt; gemeinhin bezeichnet man in der Meteorologie mit dem Ausdrucke Facies coeli (von mir verdeutſcht durch Himmelſchau) den Geſammtausdruck der Beſchaffenheit des Himmels, während genauere Beſtimmungen der Himmelshelle oder Himmelstrübe (wenigſtens bei den Karlsruher Beobachtungen) dadurch gewonnen werden: daß man 5 Grade der Heiterkeit des Himmels dadurch feſtgeſezt, daß klar 4 ganz wolkenfreien, klar 3 höchſtens bis zu 1/4, klar 2 höchſtens bis zu 1/2, klar 1 höchſtens bis zu 3/4 und trüb ganz bewölkten Himmel anzeigt, während 8 Zwiſchengrade: klar 4 — kl. 3, kl. 3 — kl. 4; kl. 3 — kl. 2, kl. 2 — kl. 3; kl. 2 — kl. 1, kl. 1 — kl. 2; kl 1 — trüb, trüb — kl. 1 die Stellen zwiſchen den Hauptgraden einnehmen. Dr. Eiſenlohr hat, in einer für m. Arch. beſtimmten, demnächſt im Druck erſcheinenden Abhandlung (Ueber die mittlere Bewölkung des Himmels, nach 45jährigen zu Karlsruhe angeſtellten Beobachtungen) um die verſchiedenen Beobachtungen ſummiren und aus der Summe (mittelſt Diviſion durch die Zahl der Beobachtungen) die mittlere Bewölkung berechnen zu können, den wolkenfreien Himmel mit 0, den ganz bewölkten hingegen mit 4 bezeichnet, damit die drei übrigen Grade ebenfalls die Zahlen 1, 2 und 3 der Brüche 1/4, 2/4 und 3/4 ausdrückbar werden, während die übrigen zwiſchen den fünf Hauptgraden liegenden Zwiſchengrade ſtets jenen zugetheilt erſcheinen, welche in der Bezeichnung vorangeſtellt ſind. Es ſeyen z. B. in einem Monate 90 Beobachtungen gemacht worden, und zwar wolkenfreier Himmel 15mal, 1/4 bewölkter 19mal, 2/4 bewölkter 12mal, 3/4 bewölkter 21mal und ganz bewölkter 23mal, ſo hat man 0mal 15 zu 1mal 19 zu 2mal 12 zu 3mal 21 zu 4mal 23 d. i. 19 zu 24, zu 63 zu 92 das macht 198, dieſe dividirt durch 90 gibt 2,2 als mittlern Bewölkungsgrad des Monats. Auch läßt ſich, wie E. bemerkt, dieſe mittlere Bewölkung noch zweckmäßiger, ſtatt jener Grade, in Theile des ſichtbaren Horizonts dadurch ausdrücken: daß man lezteren als Einheit betrachtet, den ganz wolkenfreien Himmel hingegen als 0 und den ganz trüben als 1, die zwiſchen dieſen Aeußerſten fallenden theilweiſen Bewölkungen hingegen als Decimalbrüche (als 0,1 0,2 0,3 0,4 ꝛc.) in Anſatz bringt; dividirt man hienach den oben gefundenen mittleren Grad durch 4, ſo erhält man 0,55 als in Decimalbrüchen ausgedrückten Werth deſſelben. Zuſammenzählen der ſämmtlichen einzelnen Decimalbrüche und Diviſion der Summe mit der Anzahl der Beobachtungen geben dann die mittlere Bewölkung auf eine Weiſe ausgedrückt, wie man den Ausdruck für die mittlere Temperatur, den mittleren Barometerſtand ꝛc. eines Ortes gewinnt. Alſo verfahrend ergab ſich, daß in jenen 45 Jahren die mittlere Bewölkung der einzelnen Jahre nicht ſehr beträchtlich von einander abweicht; der Unterſchied des Maximums (0,65959 im Jahr 1782) und das Minimums (0,50069 im Jahr 1822) beträgt nur 0,15890 ſo daß alſo die Wolkendicke in den trübſten Jahren nicht völlig 2/3 und in den heiterſten etwas über 1/2 des Himmels einnimmt: weit größer hingegen fanden ſich die Unterſchiede jener Zahlen, welche ausdrücken: wie oft jeder Grad (die Unbewölkung, Viertels-, Halb-, Dreiviertels- und Ganz-Bewölkung) im Jahre vorkommen. Dabei ergab ſich kein deutlicher Zuſammenhang der mittleren Bewölkung mit dem mittleren Barometerſtande, der mittleren Jahrestemperatur und der Regenmenge, ſondern eher mit der Windrichtung (vergl. oben S. 153 ff.); es gehörten nämlich Jahre mit ungewöhnlich hohem Barometerſtande ſowohl zu den heiteren (z. B. 1779, 1822, 1825) als zu den trüben (1813, 1817) und ebenſo jene mit ungewöhnlich tiefem Barometerſtande zu den heiteren (z. B. 1800, 1805, 1827)

wirklich ſo entſchiedenen Einfluß auf die Zahl der Regentage, Regenmenge und Regendichte, ſo ſollte man erwarten, daß er denſelben

---

wie zu den trüben (1782, 1809, 1816, 1824 und 1829), jedoch trifft im Durchſchnitt ein den mittleren überſteigender Barometerſtand häufiger mit einer geringeren und ein unter dem Mittel bleibender Barometerſtand öfterer mit einer größeren Bewölkung zuſammen, als umgekehrt. Noch weniger läßt ſich ein Zuſammenhang zwiſchen der mittleren Bewölkung und der mittleren Jahrestemperatur auffinden. (Uebrigens waren auch die Jahre 1782 und 1822 beides gute Weinjahre, lezteres, das beträchtlich wärmere, jedoch im mehr ausgezeichneten Grade als erſteres; vergl. oben S. 75—76 Anm.) Sehr bedeutendem Wechſel iſt die mittlere Bewölkung der einzelnen Monate unterworfen; die größten Bewölkungs-Maximen fielen für Karlsruhe in den erwähnten Jahren in den November, December nnd Januar, denen in dieſer Hinſicht Februar, März und Oktober folgten, während den übrigen Monaten, zumal dem Mai und Auguſt, die Minima zugehörten; die Maxima im December 1782 und 1807 waren unter allen die größten. Im Januar iſt eine geringe Bewölkung ſtets mit minderer Temperatur begleitet (ein gelinder Januar iſt gewöhnlich trüb), jedoch nicht umgekehrt eine große Kälte immer mit geringer Bewölkung verbunden. Aehnliches zeigt auch der Februar, doch hatten die Jahre 1812, 1818 und 1822 gering bewölkte milde Februare, im März hingegen geſellt ſich ſchon zur wachſenden Wärme häufig die größere Heitere des Himmels, jedoch gehören Ausnahmen nicht zu den Seltenheiten, und in den folgenden Monaten, vom April bis Oktober iſt faſt ohne Ausnahme ſtets geringe Bewölkung mit hoher, und ſtarke mit niederer Temperatur gepaart, während im November wieder daſſelbe Verhältniß wie im März eintritt, nämlich bei ungewöhnlicher Wärme und ebenſo bei auffallender Kälte häufig eine geringe, öfters aber auch eine ſtarke Bewölkung, im December hingegen geringe Bewölkung ſtets mit niederer Temperatur, leztere jedoch häufig auch mit einer ſtarken Bewölkung zuſammen trifft. Im Allgemeinen gehört dem wenig bewölkten (Erd-Stralwärme hindurch laſſenden) Winter, d. i. der von der Sonne wenig Wärme-Erſatz erlangenden Jahreszeit, beinahe immer große Kälte, dem heiteren, die zunehmende Sonnenwärme ungehindert empfangenden, Frühling und dem zur Winterszeit gegeeenen Abnahme der Sonnenwärme ſich noch ferne haltenden heiteren Herbſt die größere Wärme, und ebenſo dem himmelklaren Sommer faſt ohne Ausnahme die ſtärkere Hitze an, und nur der heiße Sommer von 1783 macht hier, mit ſeiner andauernden Höhenrauch-Bedeckung, eine merkwürdige Ausnahme, (woraus zu folgen ſcheint: daß gleichzeitige Beobachtung der Himmelsſchau und der Lufttemperatur in den Stand ſetzen Hehrrauch-Trübung von Wolken-Trübung zu unterſcheiden, und mithin die Anweſenheit hoch gelagerten Hehrrauchs auch auf dieſem Wege nachzuweiſen; vergl. oben S. 121. Da übrigens die Aufhellung wäſſeriger Himmels-Trübungen nicht lediglich von Windwechſel und Sonnenwärmung, ſondern zum Theil auch von der Intenſität der der Erde entſtralenden Wärme abhängig erſcheint, dieſe aber mit dem Warmſein des Bodens im Zuſammenhange ſteht und lezteres bei ebenem Lande und in Thälern inſofern am größten und auf Bergen am kleinſten iſt, als in lezteren die Temperaturzunahme (Biſchof zufolge; Poggendorf's Ann. XXXV. 211) am längſten, und je ſteiler ſie ſind, um ſo langſamer, im ebenen und im thaligen Boden dagegen am ſchnellſten hervortritt, ſo fragt es ſich auch, welchen Einfluß die Ebene, in der Karlsruhe liegt, auf deſſen Himmelsſchau ausübt? Worauf Beobachtungen in angränzenden mehr bergigen Landen vielleicht entſcheidend antworten würden. Es ſezt übrigens dieſe Vermuthung voraus: daß der Verluſt, den die Erdoberfläche an Wärme durch Entſtralung erleidet, zunächſt jene Wärme trifft, welche die Oberfläche zuvor durch Sonnenbeleuchtung und Luftberührung erlangt hatte (die, gleich allen äußern Temperatur-Einflüſſen, Bouſſingault zufolge, unter den Tropen kaum 1 Fuß tief in den Boden eindringt, während ſie ſich, nach de Sauſſure, Arago, d'Aubuiſſon und Kupffer, in höheren Breiten bis zu 25 und 77 Fuß erſtreckt) und daß die (Wiederabgabe dieſer Wärme nach Außen hin, hauptſächlich mittelſt)

am auffallendſten ausüben werde auf die Lüfte der heißen Zone und der angränzenden warmen Erdoberflächentheile der gemäßigten Zonen, bis zu 28° Breite, indeſſen ſcheint hier der Umſtand: daß ſich das Jahr überhaupt nur in eine naſſe Jahreszeit ſcheidet, oder vielmehr: daß die Sonne mit ihrer heftigen, im Jahre nur zweimal ungleich ſtarken Erhitzung die Mitwirkung des Mondes (als Luft-auflockernden Körper) zur faſt verſchwindenden Größe herabſtimmt, dieſe Mitwirkung faſt unmerkbar zu machen; wie denn auch ſelbſt atmoſphäriſche Veränderungen, welche in unſeren Breiten auf das Barometer die entſchiedenſte Wirkſamkeit ausüben, z. B. Gewitter, nach v. Gerolt's neueſten Mittheilungen (Berghaus Annalen 1835) innerhalb der Wendekreiſe nichts dergleichen wahrnehmen laſſen, ſo daß das Barometer ſich dort keineswegs als Wetterglas bewerthet, ſondern nur zu Höhenmeſſungen und zum Nachweiſen der oben S. 252 erwähnten täglichen Wechſel im Ab- und Zunehmen des Luftdruckes dienlich iſt; was dann, beiläufig bemerkt, die dortigen Höhenmeſſungen außerordentlich erleichtert, weil das Mittel zwiſchen dem dortigen täglichen höchſten und tiefſten Barometerſtande genau dem mittleren Barometerſtande des Ortes, oder der ſog. Normalhöhe des Barometers entſpricht. Die durch v. G. beobachtete tägliche Wechſeldauer im Barometerſtande ſtimmt übrigens mit der oben erwähnten nahe überein, und da ſie Tag für Tag in dieſelben Zeiten fällt (während die Meeresfluth jeden nächſtfolgenden Tag an demſelben Orte faſt ³/₄ Stunden ſpäter als den vorhergehenden erfolgt), ſo geht ſchon hieraus klar hervor: daß, wie auch oben S. 257 angedeutet wurde, die gegen die Erdluft gerichteten Anziehungen des Mondes und der Sonne, bei Bildung der Barometerperiode nur ein ſehr untergeordnetes Wirkungsverhältniß entwickeln.

z) Die Meeres-Ebbe u. Fluth ſelbſt macht ſich kenntlich durch regelmäßiges Zurücktreten des Waſſers von den und Wiederherfließen zu den Ufern; gewöhnlich erfolgt dieſes zweimal binnen 24³/₄ Stunden, jedoch iſt nicht ſelten einer dieſer Wechſel in ſolchem Maße geringfügig, daß man ihn in manchen Gegenden, z. B. an den Ufern der Auſtralinſeln (und, Tyermann und Bennet zufolge, überall auf dem ganzen ſtillen Meere; m. Grundz. II. S. XXV des Vorworts) gar nicht bemerkt; was hauptſächlich durch anderweite Meeresſtrömungen und durch die verhältnißmäßig große Stärke der Seewinde (oben S. 230) bewirkt werden dürfte. In dem übrigen offenen Weltmeer wiederholt ſich der Wechſel von Ebbe und Flut in beſagter Zeitfriſt zweimal, und eben ſo auch noch im mittelländiſchen Meere, indeſſen merklich geringfügiger (jedoch in mehreren

Wärme-Entſtralung, alles Uebrige gleich geſezt, ſich verkehrt verhalte, wie die bleibende Temperatur-Zunahme nach Innen; ſo daß alſo Ebenen und Thäler in gleicher Zeit am langſamſten, Hügel und Berge hingegen am ſchnellſten oberflächliche Abkühlung durch Wärmeentſtralung erleiden.

Gegenden deſſelben, z. B. im Meerbuſen von Cabes, an den Küſten von Tunis, bei den Inſeln Kerkni, Pſaila, bei den äpotiſchen Inſeln, im Canal von Negroponte ꝛc. noch vollkommen merkbar), und noch weniger merklich im adriatiſchen Meer (jedoch unverkennbar bei Venedig, Trieſt, wenigſtens binnen einigen Tagen anhaltenden Beobachtens), hingegen ſehr geringe und nur an einigen Ufertheilen merkbar im baltiſchen Meere (längs der däniſchen Küſte, wo ſie in Folge des Druckes des Oceans auf die Nordſee und das Kattegat hervorgeht, anderweit hingegen ſich faſt ganz der Beobachtung entzieht); zu Hamburg beträgt die durch das deutſche Meer bewirkte gewöhnliche Fluth der 18 Meilen von dort ausmündenden Elbe, nach Maaß (m. Arch. f. Chem. u. Meteor. IV. 297) 6 Fuß 8 Zoll, die Springfluth 7 F. 8 Z. In den Syzygien tritt dort die Fluth um 0 hor. 48 Minuten und die Ebbe um 5 Uhr 6 Minuten ein; in den Quadraturen beginnt erſtere um 5 Uhr 31 Min. und die Ebbe um 9 Uhr 40 Min. Die Dauer der Fluth beträgt 4 St. 18 Min., jene der Ebbe 8 St. 6 Min. Die Zwiſchendauer zweier einander nächſten Fluthen beträgt in den größeren Meeren ſonſt in der Regel 12 St. 24½ Min., ſo daß alſo, da jede nächſtfolgende Fluth um 49 Min. ſpäter als die ihr nächſt vorhergehende eintritt, nach ohngefähr 30 Tagen Ebbe und Fluth wieder auf gleiche Zeit fallen. Der höchſte Fluthenſtand tritt 2 bis 3 Stunden nach dem Durchgange des Mondes durch den Meridian des Ortes ein; je näher die Erde dem Monde und dieſer der Sonne, um ſo kürzer iſt die Zwiſchenzeit zwiſcher dem Durchgange des Mondes durch den Meridian und dem Eintritte der Fluth, weil dann Mond und Sonne ſtärker anziehend und daher mehr beſchleunigend wirken, als wenn ſie mehr von einander und von der Erde fernen. Da der Mond in etwas über 23 Stunden die Erde ſcheinbar umläuft, in der Richtung von Oſten nach Weſten, und da er hiebei das Meer ſo hebt, daß es, ohngefähr in 2½ Stunden nach dem Durchgange des Mondes durch den Meridian ſeine größte Höhe erreicht, ſo handelt es ſich bei der Fluthbildung und deren Ebbewechſel offenbar zunächſt von zwei verſchiedenen Wirkungen: einmal von der Fortziehung des Waſſers in Richtung des fortrückenden Mondes (die mittelſt Andauer, gemäß der Trägheit zur eigenthümlichen Bewegung von Oſt nach Weſt ſich erhebt), und dann auch von der durch die Fluth ſelbſt erzeugten Ungleichheit des Waſſerdrucks; denn wo das Waſſer gehoben wird durch den Mond (oder durch Mond und Sonne), dort wird es auch leichter, und ſtatt der Rundung erlangt die waſſerbedeckte Erde zunächſt innerhalb der nördlichen und ſüdlichen Breite von 28° elliptiſch gekrümmte Aufwölbung, die ſich dann aber, gemäß des Zuſammenhanges der großen Gewäſſer, bis zu den Polen hin erſtreckt und dort unter jenen Meridianen, unter welchen die Fluth ihre größte Anſteighöhe erreichte, Zunahme des Waſſerdruckes zur Folge hat. Im Mittel beträgt die Höhe der Fluth in freien Meeren

3 bis 8 Par. Fuß; am Vorgebirg der guten Hoffnung nur 3 Fuß, und bei Van Diemens Land nur 18 Zoll, zu Otaheite nur 12 bis 14 Zoll, und zu Cumana gar nur 13 Zoll; dagegen bei Sumatra, Martinique, Guinea 4 Fuß, und während ſie bei Statenhock ſich auf 18 Fuß erhebt, erreicht ſie 10 Grad weiter nördlich hinauf nur noch 8 Fuß. Wie mächtig aber zur Hebung derſelben die oben gedachte Gegenſtellung von Küſten und öſtlichen Flußausmündungen beitragen, zeigen manche Ufer der Südſee und des indiſchen Oceans, wo ſie 30 bis 50 Fuß Steighöhe gewinnt, und eben ſo St. Malo (Seehafen im Departement Ille und Villaine), wo die Syzygien- oder Springfluth ebenfalls 50 Fuß, die Quadraturen- oder Nipflut hingegen 15 Fuß erreicht, während erſtere zu Briſtol bis zu 42 bis 45 Fuß und zu Neuſchottland (an der Weſtküſte von Amerika) gar zu 60—70 Fuß anſteigt. Orte zwiſchen den Wendekreiſen, die unter einerlei Meridian liegen, haben den Ebben- und Fluthenwechſel gleichzeitig. Hat dort, wo täglich zwei dergleichen Wechſel vorkommen für einen Ort, die Fluth 2—3 Stunden nach dem Durchgang des Mondes durch den Meridian des Ortes ihr Maximum erreicht, ſo werden zum weſtwärts gerichteten Wiederabfließen bis zur tiefſten Ebbe ohngefähr 6 Stunden erfordert, von wo aus dann das von Oſten her eintretende Anſteigen der nächſtfolgenden Fluth ſofort wieder anhebt. Die Zeit zwiſchen zwei einander nächſten Fluthen iſt gerade die Hälfte jener mittleren Zeit, in welcher der Mond ſeinen täglichen ſcheinbaren Umlauf am Himmel vollendet; daß aber die Fluth nicht zur Zeit des Durchganges des Mondes durch den Meridian des Ortes, ſondern einige Stunden ſpäter eintritt, folgt aus der Umdrehung der Erde um ihre Axe, aus der zur Mittheilung der Bewegung unter die Widerſtand leiſtende Waſſermaſſe erforderlichen Zeit und aus dem andauernden Zufließen des Waſſers nach jenem Orte hin, wo ſechs Stunden zuvor Fluth war; daß übrigens die Zeitdauer des Eintritts der Flut auch von der Lage der Küſten, von der Richtung und Geſtalt der Meerbuſen u. ſ. w. abhängig ſein muß (wie es denn auch wirklich gar ſehr iſt), folgt aus dem Bemerkten, und eben ſo auch daß dreierlei Wechſeldauern (Perioden) es ſind, welche die Zeit der Ebbe und Fluth beherrſchen, nämlich die tägliche, erzeugt durch den täglichen Durchgang des Mondes und der Sonne durch den oberen und unteren Meridian; die monatliche, entſpringend aus der Ungleichheit der Richtung, in welcher beide Weltkörper auf die Erde einwirken, indem ſie ſich monatlich zweimal einander ſo ſehr nähern, daß ihre gegen die Erde entwickelten Anziehungsbeſtimmungen in einerlei Richtung fallen, während ſie in zwei dieſen entgegengeſezten Zeittheilen umgekehrt einander ſo entgegen wirken, daß dieſe ihre Wirkungen ſich gegenſeitig aufheben, und endlich die jährliche, hervorgehend in Folge der wechſelnden Abweichung (Declination) jedes der beiden Weltkörper, der gemäß ſie unter verſchiedenen Winkeln auf jeden einzelnen Ort der Erde

wirken; vergl. Laplace: Mech-céleste, überſ. von Burkhardt, I. 205 ff., H. v. Brandes in Gehlers phyſ. Wörterb. n. Aufl. Art. Ebbe, und m. Meteorol. I. S. 447—452. Gemäß der monatlichen Periode fallen Ebbe und Fluth in den Syzygien, oder etwa 1½ Tage darauf, zweimal ſtärker und eben ſo in den Quadraturen, oder 1½ Tage nachher, zweimal ſchwächer aus, als an den übrigen Monatstagen. Zur Zeit der Sonnenwende iſt aber die Fluth während des Voll- und Neumondes ſchwächer und während der Mondsviertel ſtärker, als zu andern Zeiten des Jahres. Tritt an einem Orte eines Meridians Fluth ein, ſo haben Orte, welche unter demſelben Meridiane zu beiden Seiten des erſteren Ortes um 90 Grad fernen, Ebbe, jener hingegen der von dieſen Orten (noch weiter abwärts vom erſteren) um 90° und mithin vom erſteren 180° fernt, ebenfalls Fluth. Wenn nämlich der Mond der gegen das Waſſer des erſteren Ortes gerichteten Erdſchwere entgegenwirkt, ſo können die dortigen Waſſerſäulen (wegen der durch die Mondanziehung geminderten Erdſchwere) den ſeitwärts entfernten Waſſerſäulen nicht mehr das Gleichgewicht halten, und da zugleich durch die Anziehung des Mondes, wie zuvor bemerkt, den hier (90° ſeitwärts vom erſten Orte) befindlichen Waſſertheilchen eine zu dem erſteren Orte gerichtete Bewegung ertheilt wird, ſo muß ſich am erſteren Orte das Waſſer mehr und mehr erheben, an den beiden Seitenorten hingegen verhältnißmäßig mindern, bis die nun hier noch befindlichen Waſſerſäulen jenen durch den Mondzug erleichterten des erſteren Ortes das Gleichgewicht halten; es wird alſo den beiden Seitenorten Ebbe zu Theil werden, indeſſen der erſtere Ort Fluth erhält; während aber der Mond das Waſſer des erſteren Ortes zu ſich emporzieht, wirkt dieſe ſeine Anziehung zugleich auch auf den unter dem Waſſer befindlichen feſten Erdantheil, deſſen Schwere in der Richtung ſeines Zuges ſchwächend; es wird daher auch gleichzeitig mit der Flut des erſteren Ortes an einem ſenkrecht unter dieſem und 180° von ihm fernenden Orte Fluth zu Stande kommen: weil dieſer dritte Ort genau in der Richtungslinie des gegen den erſteren wirkſamen Mondzuges liegt (während von den erwähnten Seitenorten zur Mondzugrichtung gezogene gerade Linien mit dieſer Richtung einen rechten Winkel einſchließen) und weil mithin die Schwere des unter dem Waſſer dieſes dritten Ortes befindlichen feſten Erdtheils durch den Mondzug gemindert gegen das Waſſer dieſes dritten Ortes ſich verhalten muß, ähnlich, wie ſich das Waſſer des erſteren Ortes zu dem es tragenden dortigen feſten Erdtheil verhält. Es wird alſo die geſammte freibewegliche Waſſermaſſe einen elliptiſch umgränzten Körper darſtellen, deſſen große Axe allemal dem Monde zugekehrt ſein müßte, wenn die Erde ſich nicht um ihre Axe drehte. Da ſich nun aber die Erde von Weſten nach Oſten um ihre Axe ſchwingt, das Waſſer jedoch in Folge der Trägheit dem Mondzuge nicht eben ſo ſchnell folgen kann, ſo wird die große Axe des Waſſerſphäroids, hinſichtlich

des Ortes, über welchen der Mond ſchwebt, ſtets weiter oſtwärts erſcheinen; vergl. a. a. O. u. m. Grundz. II. 129 ff. Da übrigens die geringſten und größten Entfernungen des Mondes von der Erde nicht alle Jahre gleich groß ausfallen, und erſt nach Ablauf von 9 Jahren die Punkte ſeiner größten Erdferne und Erdnähe (ſeines Apogaeum und Perigaeum) ohngefähr wieder zu derſelben Stelle gelangen, die ſie 9 Jahre zuvor eingenommen hatten; da ferner auch ſeine größte Abweichung, die er während ſeines Luniſtitien erreicht, alljährig nicht dieſelbe bleibt, ſondern hierin von 18¼ Grad bis zu 48¾ Gr. wechſelnd ſie erſt nach 18 Jahren 7⅓ Monaten während der Luniſtitien wieder dieſelbe wird, und da endlich auch die Durchſchnittspunkte der um die Erde gelegten Mondbahn und der die Sonne umſpannenden Erdbahn, oder die ſog. Knoten, nicht immer dieſelbe Stelle treffen, ſondern ſich rückwärts von Oſten gegen Weſten bewegend, alljährig eine Verrückung von etwa 19 Grad 19 Minuten erfahren und mithin erſt nach 18 Jahren 7⅓ Monaten die 360 Grade der Mondsbahn durchlaufen haben (was die 19jährige Mondsperiode gibt), ſo wird es für den Ebbe- und Fluthenwechſel, außer den oben erwähnten drei Perioden auch noch größere geben, die innerhalb der ſo eben bezeichneten Zeiträume verhältnißmäßige Fluthſteigerungrn und Minderungen im Gefolge haben. Daſſelbe wird aber auch, im verhältnißmäßig geminderten Grade von dem Fluthenwechſel der Erdatmoſphäre gelten, und da dieſer nicht füglich eintreten kann: ohne daß nicht auch die verſchiedenen Vorgänge in derſelben daran Theil nehmen, ſo wird es auch, wenn gleich muthmaaßlich erſt durch viele Jahre andauernde Beobachtungen merkbar, für die meteoriſchen Erſcheinungen und eben ſo auch für die von der Atmoſphäre abhängigen Veränderungen an und auf der Erde Zeitgeſetze geben, welche ſämmtliche Luftveränderungen, ſammt allen durch die Luft zur Vollziehung gelangenden Thätigkeitsäußerungen, und mithin auch jene, welche die Selbſtbehauptungen der Lebweſen, oder, mit anderen Worten: welche das Leben bedingen, und damit zugleich die geſammte Geſchichte der Erde einer allgemeinen und darum höheren Regelung unterwerfen. — Daß ein Phänomen, von Meeranwohnern ſo leicht bemerkbar, wie die Ebbe und Flut ſchon in den früheſten Zeiten wiſſenſchaftlicher Beachtung der Natur vielfach zu dem Unternehmen gereizt habe: es zu erklären, darf nicht befremden, daß aber hier, wie bei vielen anderen Verſuchen: den inneren Zuſammenhang der Naturerſcheinungen begreiflich zu machen, der richtigere Weg gleich von vorn herein gefunden, dann aber verlaſſen und endlich gar vergeſſen wird, um ihn nach langem, mühſamen Suchen auf's Neue zu betreten, das iſt leider ein Ereigniß, das in der Geſchichte der Naturlehre nur zu häufig entgegentritt, um von dem aufmerkſamen Forſcher derſelben übergangen werden zu können. Nachdem nämlich ſchon altgriechiſche und ſpäterhin auch die ausgezeichnetſten der

altrömiſchen Naturforſcher die Entſtehung der Ebbe und Fluth von der Einwirkung des Mondes (und die lezteren von jener des Mondes und der Sonne) abgeleitet haben *), glaubt Galilei, daß es

---

*) Schon Plutarch berichtet: daß Pytheas von Maſſilen Ebbe und Fluth vom Monde abgeleitet habe; Plac. Phil. l. III. c. 17 p. 93 ed. *Corsiui*, und theilt a. a. O. auch die Meinungen des Ariſtoteles, Heraklides, Plato, Timäus und Seleukus mit; vergl. auch Aristot. de mundo c. IV. §. 32 p. 12 edit. *Sylbum.* Juſtinus Martyr begauptet in ſ. *Cohortat. ad Graec.* p. 34 ed. Col., daß Ariſtoteles vor Gram geſtorben, weil er die Natur des Euripus nicht zu ergründen vermochte). Herodot gedenkt der Ebbe und Fluth des Meliſchen Meerbuſens in Theſſalien und bei Potidäa auf der Halbinſel Chalkidike, desgleichen der des rothen Meeres; l. 7 c. 198 und II. 11. Diodor von Sicilien, indem er die Gefahren der Schiffahrt auf dem arabiſchen und rothen Meere beſchreibt, berichtet eine alte Sage der anwohnenden Ichthyophagen, der zufolge vor langer Zeit eine ungewöhnliche Ebbe das rothe Meer trocken gelegt habe (*Diodorus Sic.* III. c. 40 extr. p. 208 ed. *Wesseling.*) was die Ausleger gemeinhin mit dem Auszuge der Juden aus Aegypten und deren Durchgang durch's rothe Meer in Verbindung ſetzen; (2. B. Moſe c. 14) daß Buonaparte, während ſeines Feldzugs unter den Pyramiden, einſtmals nahe daran war, das Schickſal des Pharao zu theilen, iſt bekannt. Diodor meldet auch (Vol. II. l. XVII. c. 106 p. 243 a. a. O.) daß die den Indus hinab bis in den Ocean ausgeſandten Macedonier bei ihrer Rückkehr ihren Kriegsgefährten erzählt hätten, wie der Meeresſtand gewechſelt, und daß zur Zeit der Ebbe an den Meeresufern viele und anſehnliche Inſeln zum Vorſchein gekommen, zur Fluthzeit aber wieder überſchwemmt worden ſeyen, indem der Wind gegen das Land geſtürmt und das Meer dann hereingeſchäumet habe, auch daß zur Ebbe-Zeit ungeheure Seethiere ſichtbar geworden u. ſ. w., was zuſammen genommen die deſſen unkundigen Macedonier in Todesangſt verſezt und ſo zur Umkehr gezwungen habe. Einen ganz ähnlichen Bericht über dieſe Sendung macedoniſcher Krieger theilt auch *Arrian* (l. VI. c. 19 p. 257 ed. Jac. Gronav. Lugd. Bat.) mit, und fügt dann hinzu: noch mehr aber entſezten ſie ſich darüber, daß der Meeresſtrom zu beſtimmten Zeiten wiederkehrte, die Schiffe aufhob und zum Theil mit fortriß, andere hingegen auf's Trockene ſezte ꝛc. Mit beiden Berichten ſtimmt das überein, was *Curtius* (l. IX. c. 9. §. 9, 99 p. m. 677 ed. Amstel.) über die Ausſagen jener Krieger Alexander des Großen berichtet, welche zur Mündung des Indus hinab geſendet worden, und die dort zu landen vermochten, weil die Schiffe am Weltmeere vom Waſſer entblöſ't worden. Julius Cäſar beſchreibt die Ebbe und Fluth an zwei verſchiedenen Stellen ſ. bello gallico III. c. 12 und IV. c. 29 als Augenzeuge, und zum Theil ſehr ausführlich ſpricht Strabo darüber im III. Buche (c. 5 p. 172 sqq. ed. *Casaub.*) indem er mittheilt, was Poſidonius darüber geſagt und gelehrt; er unterſcheidet und beſchreibt ſehr wohl die dreierlei Perioden des Phänomens, und erklärt ſie nach P. dadurch: daß das Meer die himmliſchen Bewegungen nachahme, welche nach drei ähnlichen Perioden geregelt ſeyen. Seneca fügt ſeiner Beſchreibung (in ſ. Quest. nat. III. 28 p. 735 ed. Amst. und de Providentia c. 1 p. 303—304) keine Erklärung, Macrobius hingegen (Somn. Scip. I. 6 p. m. 37, 38) eine myſtiſche Deutung bei, nicht unähnlich jener, welche Euler eine dichteriſche Beſchreibung des Phänomens, mißverſtändiger Weiſe für eine phyſikaliſche Deutung nehmend, Kepler'n Schuld gibt, indem er von dieſem behauptet: daß er, als Urſache der Ebbe und Fluth, das Ein- und Ausathmen der Erde angenommen habe; E.'s Briefe an eine deutſche Prinzeſſin ꝛc. neu verdeutſcht von Kries Leipz. 1792—94. I.—III. gr. 8. 63. Brief. Plinius endlich leitet das Phänomen wiederum von der Einwirkung des Mondes und der Sonne ab; Hist. nat. L. II. c. 97 p. m. 122 ed. *Dalechampii. Francof.* 1608 8. Vergl. auch *Pompon. Mela* l. III. c. 1, *Lusan.* I. 412, *Tacitus Agr.* c. 10. Silino Ital. Pun. 3 V. 58. *Gellius* N. A. 14. 1. (Oceanus quasi lunae comes, cum ea simul senescit adolescitque.) *Cicero* de Div. II. 14 N. D. II. 7.

hiebei ſolcher Einwirkung gar nicht bedürfe, ſondern daß dazu das Zuſammenwirken der Umſchwungs- und Fortſchreitungsbewegung der Erde genüge, für welche beiderlei Bewegungen er das Phänomen des Fluthenwechſels als Beweismittel in Anſpruch nimmt, bezieht Descartes es auf ſeine Wirbel (oben S. 29 Anm.), indem er es aus der „Begegnung der Mond- und Erdwirbel entſpringen läßt (woraus ein Hinabdrücken des Meeres und Hinaufſchieben über deſſen Ufer hervorgehe; nicht erwägend: daß das offene Meer ſelbſt, bald nach dem Durchgange des Mondes durch den Meridian, zum Steigen und nicht zum Sinken oder Vertiefen gelangt, und daß die zweite, beim Stande des Mondes unter dem Horizonte eintretende Fluth hienach unerklärbar bleibt) und ſucht Wallis, nicht glücklicher, es von der Bewegung des der Erde und dem Monde gemeinſchaftlichen Schwerpunktes (oben S. 9 Anm. und S. 42—43) herzuleiten. Kepler endlich, der unter den Neueren zuerſt auf den Gedanken kam, daß zwiſchen den Weltkörpern eine allgemeine und gegenſeitige Anziehung wirkſam ſey (oben S. 29 Anm.), vermuthete, daß die Fluth eine Wirkung der gegen das Meer und deſſen Träger gerichteten Anziehung des Mondes ſey, ohne jedoch dieſer Muthmaßung einen größeren Werth als den einer beiläufigen Bemerkung zu ertheilen; Newton dagegen faßte dieſelbe, nachdem er, hierin Hook folgend, die gegenſeitige Anziehung aller Materie in Form eines Grundgeſetzes der Bewegung und des Beſtandes der leiblichen Dinge ausgeſprochen (oben S. 8 und 35 ff.), ſchärfer in's Auge, ward ſo der Urheber der im Obigen enthaltenen Erklärung der Ebbe und Fluth: aus der gegen die Erde gerichteten Anziehung des Mondes und der Sonne, und benutzte ſie, wie früher Galilei, für die gedoppelte Bewegung der Erde, als einen der ſchlagendſten Erweiſe der allgemeinen Anziehung (wiewohl ſolche Benutzung, in Verbindung mit jener Erklärung des Phänomens, einer „Erklärung im Kreiſe" nicht ſehr unähnlich ſieht, da man einmal die Ebbe und Fluth aus der allgemeinen, angeblich zwiſchen Erde und Mond nebſt Sonne wirkſamen Anziehung ableitet, und ſie dann wieder als Beweis dieſer Anziehung erachtet wiſſen will), deren N. außerdem mehrere, nicht minder treffende angibt *), die wenigſtens für ſich haben-

*) Als aſtronomiſche und phyſiſche Erweiſe der allgemeinen Anziehung ſind, nach N., zu betrachten: 1) die Bewegungen der Planeten und Kometen (der meiſten — ob aller? Siehe meine Meteorologie II. 1. S.) um die Sonne, und der Nebenplaneten (oder Monde) um ihre Hauptplaneten; 2) die Ebbe und Fluth; 3) die Ungleichheiten des Mondslaufes; 4) das Vorrücken der Nachtgleichen; 5) das Wanken der Erdaxe; 6) die Perturbationen (Störungen) des Laufes der Planeten; 7) die Ungleichheit des Laufes der Kometen; 8) das Abnehmen der Schiefe der Ekliptik; 9) die Bewegung der Abſidenlinien aller Planeten; 10) die Bewegung aller Knotenlinien; 11) die Ungleichheiten des Laufes der Monde des Jupiter (des Saturn und des Uranus); 12) die Rotation der Saturn-Ringe; 13) die Beſchleunigung frei (ungehindert) fallender Körper; 14) die mit der Abnahme der geogr. Brei-

daß ſie nicht nur keiner Beobachtung widerſprechen, ſondern vielmehr mittelſt Vorausberechnung künftige Beobachtungen dergeſtalt ſcharf beſtimmen, daß deren wirkliche Ergebniſſe, wie ſolches zahlreiche ſpätere Erfahrungen darthaten, mit den berechneten auf's Genaueſte zuſammentreffen; es gibt aber in der Naturwiſſenſchaft keine Beweiſe,

---

ten (von den Polargegenden nach dem Aequator zu) in Folge der nachſtehenden Schwunggewalt der Erde ſich mindernde Fall-Beſchleunigung und entſprechende Verkürzung des Sekunden-Pendels, wozu Einige auch noch 15) die Abplattung der Erde oder die an den Polen eingedrückte ekliptiſch gekrümmte Form des Erdballs zählen, ſofern ſie nämlich vorausſetzen; daß dieſe Verkürzung der die Pole verbindenden Erdaxe — ſie beträgt, verglichen mit der Länge des Durchmeſſers der Erde von einem Punkt der Aequator-Oberfläche zu dem entgegengeſezten, 180 Grade davon fernenden gegen 3 geogr. Meilen; (vergl. m. Grundz. II. 65—66 — Folge der Wirkung des Erdſchwerpunktes gegen die urſprünglich weiche und verſchiebbare, in Axendrehung d. i. in Umſchwung verſezte, Erdmaſſe ſey; was jedoch zweifelhaft wird, wenn es ſich beſtätigen ſollte, daß die Sonne in der Gegend ihres 43° bis 45° Br. abgeplattet iſt? a. a. O. S. 136; 16) die Minderung der Fallbeſchleunigung und Kürzung des Sekunden-Pendels unter derſelben geogr. Breite, Schwunggewalt, bei beträchtlichem Erheben über Meeresfläche; 17) die Ablenkung des Pendels (Bleiloth's ꝛc.) von ſeiner ſenkrechten Fallrichtung an der Seite großer Berge, Felsmaſſen, Mauern ꝛc., ſo wie die Vergrößerung der Schwungweite kleiner, an Fäden frei ſchwebend aufgehängter und in Schwingung verſezter Kugeln, neben großen in gleicher Weiſe befeſtigten und mit gleicher Geſchwindigkeit bewegten; und 18) die Gleichheit der Fallbeſchleunigung ungleich gearteter Körper (z. B. gleich langer und in gleicher Weiſe und Stärke zur Schwingung gebrachter, aber aus ungleich gearteten Maſſen zuſammengeſezter Pendel; a. a. O. I. S. 166 und II. 425). Unter dieſen Erweiſen gehören, von den phyſiſchen, die mit 16) u. 17) bezeichneten zu jenen, welche das Wirken der allgemeinen Anziehung der Erdmaſſe d. i. der Schwere, im hohen Grade klar veranſchaulichen; wir verdanken die erſten hieher gehörigen Beobachtungen den franzöſiſchen Geometern und Aſtronomen Bouguer und Condamine, beſtätigt wurden die unter 17) beigebrachten in der Folge von Maskeline. A. Bouguer und Condamine beobachteten, daß daſſelbe Pendel, das am Ufer des Amazonenfluſſes binnen 24 Stunden 98770 Schwingungen gemacht hatte, zu Quito, dieſer faſt gerade unter dem Aequator, am Fuße des Pitchincha, höchſt, nämlich 1460 Toiſen über Meeresfläche, gelegenen Stadt der Erde, deren nur 98740 und auf dem noch 970 Toiſen höheren Gipfel des Pitchincha gar nur 98710 dergleichen Schwingungen machte (eine Beobachtung, die den Vorſchlag veranlaßte: das Pendel als Höhenmeſſungs-Mittel in den Gebrauch zu nehmen, welchem ich den weiteren beigeſellte: es zur Unterſuchung der die Ebbe und Fluth beſtimmenden Anziehungen des Mondes und der Sonne zu benutzen; a. a. O. II. Vorw. S. XXIV). Bouguer ſah ferner ſein zur Seite des Chimboraſſo aufgehängtes Pendel um 8 Raumſekunden von der ſenkrechten Linie gegen den Berg hin abweichen; Maskeline erhielt hierauf den Auftrag, denſelben Verſuch an dem hiezu ſehr bequem gelegenen Berge Shehallien in Schottland zu wiederholen, und dieſe Wiederholung beſtätigte, was B. am Chimboraſſo geſehen; M. ließ nämlich von zwei dieſſeits und jenſeits des Shehallien gleichgerichtet geſtellten Stangen (oder Fernröhren) dergeſtalt Pendel herabhängen, daß das Pendel der einen Stange an dem dem Berge zugewendeten, das andere der zweiten Stange an dem vom Berge abgewendeten Stangen-Ende frei ſchwebend hing; das erſtere machte mit ſeiner Stange einen größeren, das leztere einen kleineren Winkel, als ſie machten, wenn der Berg ſich nicht zwiſchen beiden Stangen befand, und es betrug die durch den Berg bewirkte Pendel-Ablenkung 5, 8 Sekunden.

welche ſchlagender wären, als das Inerfüllunggehen genauer Voraus-beſtimmungen künftigen Erfolges, und in dieſer Hinſicht hat Newton's Theorie der allgemeinen Anziehung geleiſtet, was von derſelben genaueſte Beobachter des geſtirnten Himmels und wohlgeübte Experimentatoren nur irgend zu fordern ſich berechtigt halten durften. Völlige Uebereinſtimmung der Vorausſetzung mit der Erfahrung gewährt aber bis zu dieſer Stunde Newton's, oben S. 8 ausgeſprochene Geſetz der allgemeinen Anziehung; es bezweifeln — weil man zweifeln will, kann denkenden Köpfen, welche wiſſen was ſie wollen und wollen dürfen, nicht in den Sinn kommen. N. hielt ſich übrigens lediglich an das Phänomen der Schwere, und er fand ſich nicht getrieben, die Urſache derſelben enthüllen zu wollen. Obgleich vor und nach ihm Mehrere es verſuchten, vorzüglich auf mechaniſche Beſtimmungsgründe dieſe Urſache zurückzuführen, während Andere behaupteten: daß die Schwere, als eine weſentliche Eigenſchaft der Materie, gar keine weitere Urſache habe, wogegen jedoch N. ſelbſt ſich entſchieden erklärt, ſondern vielmehr (in denen ſeiner Optice beigefügten Fragen oder Unterſuchungen, und zwar in der 21. und 22.) es verſucht: die Schwere aus den Stößen des Aethers, alſo als ein durch den ſog. leeren Raum fortgeſeztes Bewegungsverhältniß, mithin ähnlich zu erklären, wie die Fernewirkung der Schwere (ſ. weiter oben) und überhaupt jeder über die eigene Gränze hinauswirkenden Anziehung einer Materie gedeutet worden iſt, eine Deutung, welche ich bereits im Jahr 1809 in der erſten Ausgabe meines Grundriſſes der Experimentalphyſik verſuchte, weil es mir damals ſchon in dieſer Hinſicht erging, wie mehrere Jahre vor mir de Luc, der in ſeinen Briefen über die Geſchichte der der Erde (I. Num. XI.) ſich auf das ſtärkſte gegen die Anſicht erklärt: daß zwei von einander entfernte Körper auf einander (zeitlos) wirken ſollen, ohne daß Zwiſchenliegende die (Bewegungs-) Vermittelung übernehmen; was ohngefähr eben ſo viel iſt, als wenn behauptet würde: daß ein Körper von einem Orte zum entlegenen anderen gelangen könne, ohne den Zwiſchenraum zu durchgehen; das eine wie das andere wäre ein wahres Wunder, und de Luc hat nicht Unrecht, wenn er ſeinem Einwurfe gegen die Annahme, daß die Schwere weſentliche Eigenſchaft der Materie ſey, hinzufügt: „Selbſt wenn die Materie Verſtand hätte und durch Bewegungsgründe beſtimmt würde, müßte man doch noch Boten annehmen, durch die ſie von der Gegenwart anderer Körper, von deren Maſſe, Lage und Entfernung benachrichtigt würde, ehe ſie ſich nach ihnen hin bewegen könnte.“ Etwas der Art ſcheint auch J. W. Schmitz (Gemeinnützige Andeutungen im Gebiete der Gewerbthätigkeit und der Wiſſenſchaften. Gedruckt zu Cöln, im Verlag von J. G. Cotta, 1835. 8. S. 43 ff.) jener Meinung entgegenzuſetzen, was er jedoch zur Erklärung der Schwere darbietet ſind Vorausſetzungen, die von aller wirklichen Erfahrung entblößt, kaum auf den Werth einer einigermaßen an-

nehmbaren Hypotheſe (Vorausſezung) Anſpruch zu machen vermögen *). Die lezten Urſachen der Erſcheinungen ſind aber überhaupt nicht Gegenſtand phyſikaliſcher Verſuche, ſondern metaphyſiſcher Unterſuchungen, und nur wenn deren Ergebniſſe in Form zweifelsfreier Folgerungen hervortreten, ſchenkt auch der Phyſiker ihnen Vertrauen, jedoch nicht als ſolcher, ſondern überhaupt als denkender Menſch, dem Beantwortung hieher gehöriger Fragen geiſtiges Bedürfniß iſt. Daß räumlich getrennte Materien einander gegenſeitig zur Annäherung beſtimmen (im geraden Verhältniß ihrer Maſſen und im verkehrten der Quadrate ihrer Entfernungen) iſt durch Beobachtungen und Verſuche erwieſen und von den Phyſikern darum als Naturgeſez anerkannt; wie die Materien gegenſeitig ſolche Annäherungsbeſtimmungen vollbringen, dieſes zu erforſchen geben die Phyſiker zwar die Hoffnung nicht auf, halten aber die Beantwortung der mit dieſem Wie aufgeworfenen Frage, für die Kenntniß der Erſcheinung ſelbſt nicht für durchaus nothwendig: weil man bisher, ohne auf dieſelbe irgend ernſtlich einzugehen, dennoch das Geſez der Erſcheinung gefunden und dieſen Fund durch die glücklichſte Anwendung bewährt hat. Warum die leiblichen Dinge ſich anziehen, dieſe Frage zu beantworten, überlaſſen die Naturforſcher den Metaphyſikern. — „Wenn die Anziehungskraft im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen wirkt, woher kommt es dann (denn), fragt

*) Vermöge ihrer Flüſſigkeit muß die Wärme immer dorthin abfließen, wo deren weniger vorhanden iſt; das heißt: ſich ins Gleichgewicht ſetzen. Vergl. S. 33 a. O. Der Mühe zu beweiſen: daß die Wärme weder Bewegungsmoment noch allgemeine, in verſchiedenem Grade entwicklungsfähige Eigenſchaft aller Materien, ſondern ein Weſen eigener Art, ein Stoff und zwar ein urſprünglich und an ſich flüſſiger iſt, glaubt S., indem er Voranſtehendes von der Wärme behauptet, ſich überheben zu dürfen; ob ich aber von der Materie ausſage: ſie iſt an ſich und urſprünglich ſchwer, und dieſes ihr Schwerſein iſt eben darum nicht weiter erkärbar, oder ob ich von der Wärme behaupte: ſie iſt an ſich und urſprünglich flüſſig, und dieſes ihr Flüſſigſein iſt hinſichtlich ſeiner Bedingtheit und ſeinen urſprünglichen Beſtimmungsgründen nach nicht weiter unterſuchungsfähig, das gilt für den, der zur Erkenntniß der Erſcheinungen keine unerklärlichen Annahmen ſondern erweisliche Gründe und auf dieſe geſtüzt Einſicht in die Grundbedingungen z. B. des Flüſſigſeins oder des Schwerſeins verlangt, gleichviel, weil beiderlei Vorausſetzungen das Streben nach Einſicht in gleichem Maaße unbefriedigt laſſen. „Dieſes Streben der Wärme nach Gleichgewicht iſt die einzige bewegende Kraft der Natur, die wir mit unſern Sinnen wahrnehmen können.“ A. a. O. Wer bei Dingen — Materien, Stoffen oder Elementen — Streben vorausſezt, nimmt, wie ich bereits vor 15 Jahren, S. 2 des I. B. der zweiten Aufl. m. Experimentalphyſik zeigte, dort Selbſtgefühl und Willen an, wo nur willenloſe gegenſeitige Abhängigkeit und daraus entſpringende Nothwendigkeit erweisbar erſcheint, und wenn S. 51 ſeiner Schrift bemerkt: „die Attraktion iſt ſo abſurd und unbegreiflich, daß es ſchwer iſt, eine vernünftige Definition davon zu geben: es iſt eine verborgene Kraft der Materie, vermöge welcher ſie eine andere, die ſie nicht berührt, nicht ſieht und nicht wahrnimmt, dennoch zu ſich ruft oder zu kommen zwingt; und die gerufene Materie, die auch jene nicht fühlt, nicht ſieht und nicht wahrnimmt, folgt dennoch dem Rufe, den ſie erhält. Das iſt die Attraktion, an der (an die man) glauben ſoll.“ Aber die Zumuthung bei Elementarweſen an Willensbeſtimmungen, an Streben zu glauben, iſt nicht minder ſtark.

Schmitz (a. a. O. S. 51), daß zwei Glastafeln, die man einander annähert, keine Vermehrung der anziehenden Kraft zeigen, daß ſie aber, ſo bald ſie ſich berühren, mit einer Kraft zuſammenhalten, die viel größer iſt, als die Anziehungskraft der Maſſe ihrer Materie?" Wenn man zwei Glastafeln in den Händen haltend einander nähert, kann man freilich nicht Etwas der Art wahrnehmen, was in ſolchem Falle zwei mit ihren ungleichnamigen Polen gegen einander gerichtete Magnete vollbringen würden; nämlich: daß ſie ſich mit wachſender Nähe fühlbar heftiger anziehen, indem ſie endlich, Falls ſie einigermaßen ſtark waren, den Händen (wenn dieſe nicht mit Gewalt daran hindern) entſchlüpfend einander zueilen, ſezt man jedoch ſtatt der vielen Luftwiderſtand geſtattenden Tafeln, zwei ungleich große, an Fäden hängende Glaskugeln (um die gegen ſie gerichtete überwältigende Erdanziehung einigermaßen zu mäßigen) in Schwingung, ſo wird, je näher ſie einander ſchwingen, um ſo größer auch die gegenſeitige Einwirkung beider Kugeln ausfallen; vergl. oben S. 269. Gelangen aber zwei Glasplatten zur Berührung, ſo hangen ſie ſtärker zuſammen, als ſie während der Annäherung erwarten ließen, weil ſich zu der in die Ferne wirkenden allgemeinen Anziehung und deren Verſtärkung mittelſt jener bis zur Berührung geſteigerten Näherung eine zweite beſondere, erſt durch die Berührung erregte und zur Entwickelung gelangte, von der allgemeinen Anziehung hauptſächlich durch ihr Nichtwirken-in-meßbarer-Ferne unterſcheidbare Flächenziehung (die ſog. Adhäſion oder Anhaftungsziehung) geſellt, und weil, ſo bald die Tafeln einander vollkommen berühren (was nur mitttelſt zwiſchenliegender anhaftender Tropfflüſſigkeit, z. B. mittelſt Waſſer möglich iſt) ſie durch den nun einſeitigen, nur gegen die Außenflächen gerichteten Luftdruck mächtig an einander gepreßt werden. Zwiſchen Schwere und Adhäſion iſt der Unterſchied noch größer, als zwiſchen Magnetismus und Cohäſion, alle dieſe vier Phänomene ſind aber eben ſo viele Anziehungsarten, denen, da ſie in weſentlichen Verhältniſſen von einander abweichen, ohne Zweifel auch ungleiche Urſachen zum Grunde liegen, die freilich nicht ſo leicht zu finden ſein dürften, wie S. zu vermeinen ſcheint, wenn er a. a. O. weiter bemerkt: „Man hat geglaubt, die Magnetnadel würde durch ein magnetiſches Centrum in der Nähe des Poles angezogen. Aber dieſe Anziehungskraft, anſtatt im Verhältniſſe des Quadrats der (des) Abſtandes, um den man ſich dem Pole nähert, zuzunehmen, vermindert (ſich) hingegen und hört am Pole ſelbſt faſt gänzlich auf." — Daß die Größe der magnetiſchen Anziehung dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional ſei, iſt durch Verſuche außer Zweifel geſtellt; was Parry, auf ſeiner zweiten Reiſe zur Auffindung einer nördlichen Durchfahrt beobachtete (daſſelbe ohnſtreitig, was S. bei obiger Aeußerung im Sinne hatte), war ganz dem gemäß, was man von Seiten der Wirkſamkeit eines nahen magnetiſchen Erdpols auf die Magnetnadel erwarten

durfte; denn nur wenn beide entgegengeſezte magnetiſche Erdpole auf eine freiſchwebende Nadel wirken, kann dieſe ſich nicht nur nord-ſüdwärts ſtellen, ſondern zugleich auch (je nachdem ſie dem einen der Pole vorzugsweiſe, und zwar mehr oder weniger genähert worden) die mit der Nähe des einen oder des andern Poles zunehmende Neigung (Inclination) darbieten; iſt ſie dagegen über dem Pole ſelbſt, ſo macht ſie dieſer für den fernen Gegenpol unempfänglich, und nur wenn Vertreter dieſes Gegenpols, z. B. magnetiſches Eiſen in geringer Ferne der Nadel gegenüber erſcheinen, wird ſie Spuren ihres Magnetismus zu verrathen vermögen; und ganz ſo verhielten ſich auch Parry's Nadeln, als ſie in 74° 19′ 38″ nördl. Breite und 71° 39′ weſtl. Länge (89° 18′ 40″ von Greenwich) angelangt waren; ſie bewegten ſich nur nach dem magnetiſchen Pole des Eiſens auf dem Schiffe; und gerade dieſe, bei ſchwereren Charten bis zum gänzlichen Stilleſtehen geſteigerte Unbeweglichkeit der Nadel, zeigte an, daß man in der bezeichneten Gegend dem Nordpol (oder einem der Nordpole der Erde) nahe gekommen ſey. — S. fährt fort: „Die Unbeſtändigkeit, die man in der Richtung der Nadel bemerkt, in dem ſie (ſich) nach den Gewittern und der Temperatur ändert, hat die wahre Urſache des Magnetismus kennen gelehrt (?), die Ampere und Andere nachgewieſen haben. So iſt denn dieſe wunderbare Anziehungskraft gefallen, nachdem ſie bis zum 19ten Jahrhundert für eine unfehlbare Wahrheit gehalten worden iſt." — Geſezt auch Ampere's Vorausſetzung: daß transverſale elektriſche Strömungen durch ihre Anziehungen ſowohl den dauernden, als den nur während der Erregung wirkſamen Magnetismus erzeugen (m. Grudz. II. 381), daß einer Seits elektriſche Spannung und anderer Seits Magnetismus und Chemismus bedingende freie Strömung nur zweierlei Formen der Wirkſamkeit jener Strömungen ſeyen (a. a. O. 384) und daß elektriſche und chemiſche Anziehung nur dadurch von einander abweichen, daß dieſelben Kräfte bei der erſteren von den Maſſen, bei der lezteren von den kleinſten Theilchen aus wirken (a. a. O. 408—409) ſey unumſtößlich erwieſen (was ſie denn doch in der That noch nicht iſt, wiewohl ſie zu ſehr wichtigen Entdeckungen und namentlich auch zu jener des Magneto-Elektrismus geführt hat; a. a. O. 381), ſo iſt damit die magnetiſche Anziehung keineswegs gefallen, ſondern nur ihren Entſtehungsgründen oder Urſachen nach bekannt geworden, übrigens aber hinſichtlich ihrer Wirkungsweiſe eben ſo eigenthümlich, wie ſie es vor A.'s Folgerung war, nämlich eine wirkliche, von dem Magnete aus wirkende Beſtimmung zur Annäherung der magnetiſch anziehbaren Subſtanz und kein Getriebenwerden ſolcher Subſtanzen und des Magnets durch die nach Gleichgewicht ſtrebende Wärme, die ſich weder bei dieſer noch bei irgend einer andern Art von Anziehung, und am allerwenigſten (oder vielmehr durchaus nicht) bei der Schwere als treibende Potenz nachweiſen läßt. — „Der Drang der Wärme zum Gleichge-

wicht treibt denn (dann) allgemein die dichteren Körper, als die Luft, von der wärmeren Gegend nach der kälteren hin, und die Körper hingegen, welche weniger dicht ſind als die Luft, von der kälteren nach der wärmeren Gegend hin. So wirkt denn dieſer Drang, der alles bewegt, an der Erde von oben nach unten für Körper, welche dichter ſind als die Luft, und von unten nach oben für diejenigen Körper, welche weniger Dichtheit als die Luft haben; ſo muß denn der Stein auf die Erde niederfallen und der Ballon hinaufſteigen. Der Unterſchied der Wärme geht aber nicht blos von oben nach unten, er findet ſich auch in der Richtung vom Aequator nach dem Pole; ſo muß denn die bewegliche Magnetnadel dieſem Drange nachgeben und nach dem Pole hinzielen." Vergl. Schmitz's Schrift S. 43. „Wenn wir an der Oberfläche der Erde eine größere Wärme, als in höheren Regionen haben, ſo rührt dieſes daher, daß wir ſie zweimal fühlen, wenn ſie kommt und wenn ſie von der Erde zurückprallt." — „Die Wärme, welche auf Berge fällt, richtet ſich alſo zu der entgegengeſetzten Seite, als woher ſie kommt, während die Wärme der Ebenen in derſelben Richtung woher ſie kommt zurückprallt. In dieſer Richtung aber wird ſie durch den Druck der immer ankommenden Wärme aufgehalten. Hierdurch entſteht eine größere Dichtheit der Wärme in den Ebenen, während die Berge den Druck, den ſie erhalten, ſchräg zurückwerfen. Die Berge müſſen daher eine kältere Temperatur haben, als die Flächen, und zwar ſo, daß die Intenſität der Wärme auf den Bergen geringer iſt, je ſteiler ſie ſind. Daher haben die ſteilſten Berge den härteſten Fels, und ſind am meiſten mit Schnee und Eis beladen. Die an der Oberfläche der Erde zurückpralleude, oder beſſer ſich anhäufende Wärme bildet den Dunſtkreis, in welchem wir leben." Vergl. S. 35—36 a. a. O. Daß die Wärme, indem ſie Materien (z. B. Waſſer, Waſſerdampf, Luft ꝛc.) ausdehnt, Druck veranlaßt, weiß Jedermann, daß ſie ſelbſt aber Druck ausübe, das zu behaupten, oder vielmehr: das aus den vorliegenden Thatſachen zu folgern, hat ſich kaum Jemand beikommen laſſen (nur einmal, ſo viel ich mich erinnere, gab ein Chemiker den Einfall preis: daß Stralwärme durch Rückſtoß, im Leidenfroſt'ſchen Verſuch, den Waſſertropfen um ſeine Axe drehen mache, was jedoch, wie ſich leicht erweiſen läßt, lediglich durch Rückſtoß geübt von den Waſſerdämpfen hervorgebracht wird, vergl. oben S. 115; außerdem hat ein älterer, vor mehreren Jahren verſtorbener Phyſiker einmal gemeint: die Erde und die übrigen Planeten drehen ſich um ihre Axe in Folge des vom Sonnenlichte erhaltenen Stoßes; auf die Fragen, die ich dieſem Phyſiker hiegegen aufwarf: warum denn die Monde keine dergleichen Axendrehung, ſondern nur eine durch den Umſchwung um den Hauptplaneten hervorgehende beſäßen, wer denn die Sonne ſelbſt um ihre Axe treibe, und warum denn z. B. die Axendrehung der Erde nicht eine in fortdauernder Beſchleunigung begriffene, ſondern vielmehr eine durchaus und jederzeit

gleichförmige ſey? blieb die Antwort aus. Indeſſen zugegeben, die Wärme ſey eine Druck übende Flüſſigkeit (was ſie, im Sinne der einen Wärmeſtoff annehmenden Phyſiker ſein müßte, wenn ſie der allgemeinen Anziehung und mithin: wenn ſie der Erdſchwere unterworfen wäre; wie übrigens Licht, wie Wärme, beide als Flüſſigkeiten, mithin als Materien gedacht, es anfangen ſich dem Einfluſſe der Schwere zu entziehen, und wie das Geſetz: alle Materien ſind gegen einander ſchwer, mit dieſer Entziehung beſtehen könne, haben jene, welche die Unabhängigkeit des ſogen. Wärmeſtoffes, des ſogen. Lichtſtoffes ꝛc. von der Schwere vorausſetzen, bis hieher nicht dargethan, vielleicht weil ſie es ſelber nicht wiſſen, oder: weil ſie ſelber nicht daran glauben; jedenfalls aber dient dieſe fragliche Unabhängigkeit der Wärme ꝛc. von der Schwere jener Annahme: daß Wärme, Licht ꝛc. materielle Weſen und nicht lediglich beſondere Bewegungsweiſen der Materien ſeien, zum Einwurfe, ſo kann ſie doch offenbar nur aus dem Orte ihrer größeren Anhäufung zu dem ihrer geringeren hintreiben, und wie daher Körper durch die Wärme aus der kälteren, an Wärme ärmeren, Gegend (aus der höheren Luft) in die wärmere (in die niedere Luft und damit zur Erde) getrieben werden können, und wie die Wärme einen Körper treiben könne, ohne hinter ihm herzufließen, mithin ohne als fühlbarer Strom dem fallenden Körper unmittelbar zu folgen, wie alſo auf ſolche Weiſe überhaupt nur Fall der Körper möglich iſt, das iſt nicht einzuſehen. S.'s Annahmen gemäß ſteigt alſo ein Luftballon nicht aufwärts, weil er von den Seiten her durch die dichtere (und als ſolche einen den Gegendruck des Ballons an Druckgröße übertreffende; oben S. 39 ff.) Luft empor geſchoben wird, und ſteigt mithin auch Holz ꝛc. nicht im Waſſer empor, weil es einen geringeren Druck gegen daſſelbe ausübt, als dieſes bei gleichem Raumumfange gewährt, oder, mit anderen Worten, nicht weil es leichter iſt als das Waſſer (und der Ballon leichter als eine gleichen Raumumfang beſitzende Menge von Luft), ſondern: weil die Erdwärme ihn aufwärts zur kälteren Region treibt!!! So lange auch die Natur ſtudirt worden ſein mag, etwas in ſolchem Grade mit aller und auch mit der gewöhnlichſten Erfahrung im Widerſpruche ſtehendes, iſt denkenden Naturforſchern zweifelsohne nie in den Sinn gekommen; wie denn auch keiner derſelben daran gedacht hat: die ſüdnördliche Stellung der Magnetnadel von dem Drucke der angeblich von dem Aequator zu den Polen ſtrömenden Wärme abzuleiten, da dann ja nicht nur die Nadel überall ohne alle Abweichung in ein und derſelben Südnord-Richtung ſich behaupten, ſondern auch jeder ähnlich bewegliche Körper (jede von Holz, Knochen, Stein ꝛc. verfertigte Nadel) leiſten müßte, was bis dahin nur die Magnetnadel gewährt; wie ſich denn auch der Wärmeſtrom ſehr bald — und zwar um ſo ſchneller, je reichlicher er unter dem Aequator angehäuft, d. h. (nach Schmitz) je mehr dort ſeine Druckgewalt vergrößert worden — an den Polen in ſolchem

Maaße anſammeln müßte, daß es dort nicht nur ebenſo warm wie unter dem Aequator, ſondern noch viel wärmer ſein würde: weil von den Polen aus kein weiterer Abfluß, ſondern nur Aufſtauchung des Zufluſſes ſtatt haben könnte. Unerhört neu, aber auch in gleichem Maaße mit der Natur im Widerſtreite iſt, was S. über die Verbrennung beibringt. „Betrachten wir nun ferner, wie die Sonne das Waſſer verdünſtet und die Dünſte ſich mehr und mehr ausdehnen, bis ſie endlich wie Waſſerſtoffgas brennbar werden ꝛc." (Schmitz a. a. O. S. 33.) Daß die heftigſte Erhitzung Waſſer ſtets nur in Dampf verkehrt und dieſen, ſo fern es dazu an Raum nicht gebricht, nur mehr und mehr ausdehnt, aber nie in brennbare Luft verwandelt, iſt erwieſene und jedem Anfänger der Chemie bekannte Thatſache. Gleiche Bewandniß hat es mit denen S. 34 befindlichen, durchaus erfahrungswidrigen Vorausſetzungen: daß Gaſe durch Reibung ſich entzünden, daß der Blitz eine Gasverbrennung ſey, und daß in Folge unendlicher Ausdehnung Gaſe zur Entzündung gelangen (daß es einer ſehr mäßigen Ausdehnung bedarf, um brennbare Luft unentzündlich zu machen, iſt allen Chemikern, ſeit Davy es erwieſen, zur Genüge bekannt). Der Behauptung: daß die Sonne leuchte, weil ſie brenne (eine Behauptung, die mehrere ältere und neuere Phyſiker jedoch nur in der beſcheidenen Form einer Vermuthung aufgeſtellt haben), ſteht unter andern entgegen: daß ſie nun ſchon ſeit Menſchengedenken leuchtet, und ſeit 3300 Jahren erweislich mit unvermindertem Wärmungsvermögen zu leuchten fortfährt (oben S. 61 ff.) — was zugleich einer anderen Behauptung von Schmitz: daß die Erde und der Mond, ſammt allen übrigen Planeten und deren Trabanten ſich von der Sonne andauernd entfernen und entfernt haben, ſchlagend wiederlegt —; denn iſt die Sonne ein brennender Körper, ſo wird er auch mehr und mehr von Verbrennungs-Erzeugniſſen bedeckt und dadurch am Weiterbrennen verhindert werden müſſen; indem dergleichen Erzeugniſſe, wenn ſie nicht in den Weltäther entweichen (woran ſie aber die mächtige Anziehung der Sonne, oder nach S. der den Fall der Körper bewirkende und das Nicht-Auseinanderſchieben der um ihre Axe ſchwingenden Weltkörperſubſtanz verhütende angebliche Wärmetrieb hindert) nothwendig löſchen müſſen: was unter ihnen brennt. Uebrigens würde die Sonne, Falls ſie wirklich brennte, weil ihre Verbrennungs-Erzeugniſſe nur einem Theile nach ihrer Subſtanz entſtammen, dem übrigen Antheile nach hingegen (dem Sauerſtoffe oder deſſen, was dieſen Stoff im Weltäther vertritt; ſofern derſelbe nicht, wie es mir vor längerer Zeit aus allgemeinen Gründen wahrſcheinlich wurde, gänzlich aus Oxygen beſteht; vergl. m. Meteor. I. 222 und 224 ff. und den lezten § der erſten Aufl. m. Grundz. S. 531—532 daſelbſt) aus dem Weltäther chemiſch herbeigezogen werden, nicht an Stoff verlieren, ſondern an Maſſe und damit nothwendig auch an Schwere gewinnen müſſen,

was dann eben ſo nothwendig: zunehmende Beſchleunigung im Umlaufe der zu ihrem Syſteme gehörenden Weltkörper und damit das Gegentheil von dem zur Folge hätte, was Schmitz, aus der Vergleichung älterer und neuerer Beobachtungen der Sonne ꝛc. erſchließt (vergl. ſeine oben S. 270 erwähnte Schrift, S. 63—68 und Deſſen Bewegung der Erde und der anderen Planeten, von ihrem Urſprunge bis zu ihrem Ende, ꝛc. Berlin. Auf Koſten des Verf. 1830. 8.), nämlich: 1) daß die Entfernungen aller Planeten von der Sonne von Jahr zu Jahr zugenommen haben und fortdauernd zunehmen (weil z. B. die Entfernung der Erde nach Ptolomäus ſich auf 1 Million, 1200 Jahre ſpäter nach Riccioli auf 6 Millionen, 500 Jahre darauf nach dem ält. Herſchel auf 20 Mill. und 144,000, und endlich 25 Jahre ſpäter nach Piazzi auf 20 Mill. und 878,700 Meilen berechne), ſo daß z. B. die Erde ſich von der Sonne durchſchnittlich jährlich um 11625 Meilen entferne, und daß, dieſen Entfernungen entſprechend, auch die ſcheinbare Größe der Sonne ſich mindere (im Jahre 144 habe ſie, Ptolomäus zufolge, 32′ 18″; 1648, Riccioli's Beobachtungen gemäß, 31′ 56″; 1670 nach Piccard 31′ 42″; 1673 nach Flamſted 31′ 40″; 1719 Halley zufolge 31′ 36″; 1740, wie ſich aus Caſſini's Beobachtungen ergab, 31′ 35″; 1800 nach Herſchel 31′ 30″, und 1820, Piazzi's Meſſungen gemäß, nur 31′ 20″ betragen) und die Umlaufszeit um die Sonne ſich verlängere, woraus ſich die ungleiche Jahreslänge bei älteren und neueren Völkern erkläre (das Jahr ſoll nämlich, S. zufolge, anfänglich bei den Chineſen, Indiern und Aegyptiern nur aus 60 Tagen, ſpäter aus 120 beſtanden haben, ſey dann angeblich bei den Chineſen und anderen aſiatiſchen Völkern zu 187 Tagen, bei den Mexikanern zu 260, bei den Aelteſt-Römern zu 304, bei den Patriarchen zu 336 Tagen feſtgeſtellt worden, während es bei denſelben ſpäterhin, ſo wie bei den ſpäteren Aegyptiern, Arabern und Griechen auf 354, dann bei den Arabern und Römern auf 355, hierauf bei den Indiern, Thebäern, Aegyptiern, Griechen und darauf geſtützt nach der Feſtſetzung von Numa Pompilius auf 360, dann, als vierter Theil der Olympiade oder Schaltjahrperiode zu 361, ſpäter 362, hierauf bei den Indiern zu 364, bei den Chaldäern und Aegyptiern, Griechen und Römern auf 365, zu Aphrodiſius Zeiten zu 365 ⅛, zu denen des Thales und ſpäteren Griechen, ſo wie bei den ſpäteren Römern, nach Julius Cäſar's Feſtſetzung 365 Tagen 6 Stunden, oder nach der hierauf erfolgten Berichtigung zu 365 Tagen 48 Minuten und 45 Secunden angenommen worden); den Nachrichten gemäß, die wir dem Syncellus verdanken, nahmen die Aegyptier allerdings anfänglich ein Jahr von 354 und dann von 360 Tagen an, aber ſchon die Thebäer verlängerten es um 5 Tage, wie denn der große Ring des Oſymandyas — deſſen Diod. Sicul. L. I. Sect. II. gedenkt — daher einen Umfang von 365 Ellen hatte, von

denen jede einzelne ſich auf einen Tag des Jahres bezog und den Auf- und Untergang der Geſtirne, begleitet von aſtrologiſchen Folgerungen, enthielt, und daß auch dieſe Dauer noch um nahe ¼ Tag zu kurz ſey, fand ſich bald darauf, indem die Wiedererſcheinung des Hundeſterns, welche die Ueberſchwemmung des Nils verkündete, alle 4 Jahre um einen Tag ſpäter und erſt nach 1461 Jahren wieder auf denſelben Jahrestag zurückkehrte; man ließ aber, weil die Feſtrechnung der Aegyptier ein Jahr von nur 365 Tagen vorausſezte, die Feſte ungeſtört durch alle Jahreszeiten rücken und zeigte blos die Wiederkehr derſelben auf den nämlichen vorigen Jahrestag durch die Benennung: Hundsſtern-Cyclus Periodus Sothiaca an; als Aegypten in Folge der Schlacht bei Actium eine römiſche Provinz geworden war, wurden die Aegyptier gezwungen ein Jahr anzunehmen, das an Umfang dem Julianiſchen glich*). Hätte nun aber

*) Die Aſtronomie bietet, wie ſchon aus dem S. 240 bis S. 248 Bemerktem hervorgeht, nicht nur die einzig genauen und ſicheren Mittel zur Eintheilung der Erdoberfläche, alſo nicht nur zu Größen des Raumes von derſelben, ſondern auch zu jener der Zeit dar; indem ſie auch für dieſe allein ſichere Theilung gewährt, wie ſolches der hieher gehörige Theil der angewandten Mathematik, oder vielmehr der ihrer ſelbſt (der Aſtronomie) ſo fern ſie in's Leben tritt, nämlich die aſtronomiſche Zeitrechnung oder Chronologie bezeuget. Ohne Zweifel haben ſchon die älteſten Völker die Zeit nach der wechſelnden Beleuchtung der Erde durch die Sonne, alſo nach dem Tage getheilt; größere Zeitdauern vermochten ſie jedoch durch dieſes Mittel nicht abzumeſſen, wohl aber gaben ihnen dazu des Mondes regelmäßig wechſelnde Geſtalten die nächſte Veranlaſſung, und die Woche entſtand, als nächſt größere Zeitabtheilung, ſehr wahrſcheinlich bei allen Völkern (denn keine derſelben hat ſie unbeachtet gelaſſen) hauptſächlich durch Vergleichung der zwiſchen den Hauptveränderungen der Mondesgeſtalt oder ſogen. Phaſen des Mondes (dem Neumond, erſten Viertel, Vollmond und lezten Viertel) verſtreichenden, nahe ſieben Tage in ſich faſſenden Zeitdauern, und ebenſo auch, als vier dergleichen größere Zeittheile in ſich faſſende noch größerer Zeitabſchnitt, der Monat, oder der Umfang der zwiſchen einer oder der anderen jener merkwürdigen Mondgeſtaltungen und deren Wiederkehr ablaufenden Zeit; daß ſolche Mondsgeſtalt-Erneuerung jedesmal nach 29½ Tagen eintrat, beſtimmte die älteren Völker ſonder Zweifel: die Dauer der Monate abwechſelnd auf 29 und 30 Tage feſtzuſetzen, ſo daß je zwei unmittelbar einander folgende Monate auch zwei vollſtändige Wechſel jener Mondgeſtalten in ſich faßten. Die ſcheinbare Bewegung der Sonne erzeugte aber nicht nur den von der Woche und dem Monate umſchloſſenen 7, und 29 bis 30mal, wiederkehrenden Wechſel von Tag und Nacht, ſondern auch den der Jahreszeiten, und da von dieſen die Beſchäftigung der ſehr entſchiedenen Mehrheit aller zu den älteren Völkern gehörigen Menſchen (wie es zum großen Theil noch jezt der Fall iſt), der Ackerbau, der Fiſchfang, die Schifffahrt Jagd ꝛc. abhängig war, ſo drängte ſich eine noch größere Geſammtzeit als jene der Monate, und damit zugleich die geregelte Eintheilung ſolcher Geſammtzeit, als unabweisbares Bedürfniß auf; mit dem Frühlinge begann ſie, da mit ihm für die den Himmel beobachtenden den gemäßigten Zonen angehörigen Menſchen jene Beſchäftigungen anhoben, und unmittelbar vor deſſen Wiedereintritt endete ſie, da bis dahin die Zeit der mehr oder weniger vollſtändigen Unterbrechung ſolcher Arbeiten abgelaufen war, und als größter, eine Reihe von Monaten umfaſſender Zeitabſchnitt ging, in Folge des Wechſels und der Wiederkehr der Jahrzeiten, das Jahr hervor, deſſen Anhebemoment und Ende nur in ſolchen Gegenden nicht in den Frühling, ſondern in den Sommer fiel (oben S. 238 Anm.) wo, wie in Aegypten, dieſe Jahreszeit für die Ernährung bedingenden Beſchäftigungen der Menſchen an Bedeutſamkeit die übrige

die Erde ſich wirklich, und zwar nur ſeit Ptolomäus, von der Sonne mehr entfernt, wie es obige unter 1) aufgeführte S.'ſche

---

Zeit des Jahres übertraf, oder wo überhaupt nur ein einfacher Wechſel zwiſchen Zeit des Austritts und Rücktritts großer Flüſſe, oder ſtatt deſſen des Regens und der Trockniß im ganzen Jahre ſtatt hatte. Noch größere, viele Jahre umfaſſende Wechſeldauern der Zeit oder Weltperioden konnten erſt ſpäterhin, in Folge viele Menſchenalter hindurch wiederholter und beachteter Erſcheinungs-Aenderungen des geſtirnten Himmels für künftige Beobachter angemerkt und feſt geſezt werden, wo ſie dann zumal wenn ſie auf ſehr ferne Zeiten hinaus ſich ſchäzen oder vorausſezen ließen, mit Sagen aus früher Vorzeit und mit Vermuthungen über ſpätere Zeiten und Leztzeit der Erde gepaart, in die religiöſen Anſichten verflochten und durch dieſelben nicht ſelten bis nahe zur Unkenntlichkeit verhüllt wurden; wie denn die durch das Vorrücken der Nachtgleichen entſtandenen kleineren (71—72jährigen) und, unter Hinzuziehung gewiſſer Mondbewegungs-Verhältniſſe, deren weiter unten gedacht werden ſoll, hervorgehenden größeren Abtheilungen des Platoniſchen Jahres (oben S. 179 und S. 242 Anm.) in der altindiſchen und perſiſchen Zeitrechnung und Weltperioden-Dauer in einer Weiſe hervortreten, welche von ſolcher Verknüpfung der Himmelsbeobachtung und des gläubigen Aufblicks der Menſchen zum Himmel und zu Gott die ſprechendſten Beiſpiele darbietet; vergl. einſtweilen m. Grundr. der Experimentalphyſik, 2. Aufl. I. 451 Bem. 8 und m. Meteorolog. I. 19 und 280 u. ſ. f. In Beziehung auf Feſtſezung der Jahreslänge ſcheinen mehrere vorzeitliche Völker zunächſt darin überein gekommen zu ſein: dafür die nach einander folgende nahe zwölfmalige Aenderung der Mondbeleuchtung oder ſog. Mondes-Geſtalt feſtzuſetzen; 12 Monate, jeden zu 29½ Tag, mithin 354 Tage, umfaßten bei faſt allen vorzeitlichen Völkern die Jahresdauer und ſtellten ſo das Mondjahr, das, genauer beſtimmt, in Mitte 354 Tage 8 St. 48 M. 38 Sek. enthält, und Falls man nur die ganzen Tage dafür gelten läßt, von Zeit zu Zeit eine Einſchaltung nöthig macht, der gemäß dann ein dergleichen Mond-Schaltjahr 13 Monate zählt. Schon bei den Monaten war man genöthigt geweſen, Einſchaltungen eintreten zu laſſen, da der ſynodiſche Monat (ſ. w. unten S. 289) und nur auf dieſen hat man im bürgerlichen Leben Rückſicht genommen, da die Dauer deſſelben im Mittel 44 Min. 3 Sek. 10 Tertien über 29 Tage 12 Stunden beträgt. Dividirt man nämlich mit dieſen übrigen 44 Min. 3 Sek. 10 Tert. in 24 Stunden, ſo erhält man 32,68, woraus hervorgeht, daß man in faſt 33 ſynod. Monaten 1 Tag einſchalten, oder 2 Monate nach einander zu 30 Tage feſtſetzen mußte, um in den Monatswechſeln nicht zu fehlen. Daß man übrigens in China, Indien, Perſien, Aegypten ꝛc. ſchon frühe nicht nach Mond- ſondern nach Sonnenjahren die größere Zeittheilung und die Länge ſolchen Jahres nahe ſo groß feſtgeſezt habe, wie ſie in neueren, von vollkommeneren Beobachtungsmitteln unterſtüzten Zeiten beſtimmt worden, ergibt ſich aus dem hieher gehörigen weiter unten vorkommenden älteren Jahresdauer-Meſſungen der Alten. Wir haben aber (und ſo hat gleichfalls jeder andere Planet) zweierlei Sonnenjahre, ein ſideriſches (oder eine ſideriſche Revolution) d. i. die Umlaufszeit der Erde um die Sonne, bezogen auf einen feſten Punkt des Himmels, z. B. auf einen Fixſtern, ſo daß die Erde in ſolcher Zeit um die Sonne herum volle 360 Grade zurücklegt, und dieſes iſt das wahre, in Abſicht auf Dauer ſich beſtändig gleich bleibende, 365,25638 mittlere Sonnentage (oder 365 Tage 6 St. 9 M. 14,946 Sek.) betragende, und das hinſichtlich ſeiner Dauer (wie wir ſpäterhin ſehen werden: wegen veränderlicher Anziehungs-Einwirkung der übrigen, ihrer Lage nach ſich ändernden Planeten auf der Erdbahn) ſteter Abänderung unterliegende tropiſche, d. i. die Umlaufszeit der Erde in Beziehung auf den Frühlingspunkt (oben S. 242); dieſes iſt kürzer als das ſideriſche, das Wieviel der Kürze ändert ſich aber von Jahr zu Jahr. Den hieher gehörigen aſtronomiſchen Berechnungen gemäß beträgt dieſes Wieviel ſeit Hipparchos-Zeiten (d. i. ſeit 140 Jahre vor Chr. Geb.) 14 Sekunden; d. h. um ſo viel iſt gegenwärtig das tropiſche Jahr kürzer, als es zu Hipparchos Zeiten war. Denſelben Beſtimmungen gemäß war das tropiſche Jahr

Behauptung vorausſezt, ſo iſt nicht einzuſehen, warum nicht ſeit dieſer Zeit, alſo binnen ohngefähr 1700 Jahren, die Zahl der Tage

---

am größten, nämlich um 58 Sekunden größer als das mittlere tropiſche Jahr, etwa 3040 Jahre vor Chr. Geb., und wird es am kleinſten, nämlich um 38 Sek. kleiner als das mittlere, ſeyn, um das Jahr 7600 nach Chr. Geb. Im Anfange unſers Jahrhunderts betrug die Länge des tropiſchen Jahres 365 Tage 5 Stunden 48 Min. 50 Sek. und nahe 45 Tertien oder 365,242255 Tage. Seine mittlere Länge beträgt aber 365 Tage 5 St. 48 M. 46,83 Sek., im Jahre unſerer Zeitrechnung 2560 wird es dieſe mittlere Länge darbieten. Das gemeine oder bürgerliche Jahr rechnet man bekanntlich nur zu 365 Tage, die man in 12 Monate (Jenner oder Januar mit 31, Hornung oder Februar mit 28 — bei Schaltjahren hingegen mit 29 —, März mit 31, April mit 30, Lenz- oder Wonnemonat oder Mai mit 31, Brachmonat oder Juni mit 30, Heumonat oder Juli mit 31, Auguſt mit 31, Herbſtmonat oder September mit 30, Weinmonat oder Oktober mit 31, Nebel- oder Wintermonat oder November mit 30 und Chriſtmonat oder December mit 31 Tagen) eintheilt. Die Chriſten beginnen das Jahr mit dem 1. Januar (Neujahr), die Juden (und ebenſo begannen es die Alt-Griechen) mit dem Herbſt; die alte römiſche Kirche ſezte Jahres-Anfang auf den erſten Oſtertag, die älteſten Römer, bis auf Numa Pompilius, auf den 1. März. Der aſtronomiſche Anfang tritt 12 Stunden ſpäter ein als der bürgerliche, nämlich den 1. Januar 12 Uhr Mittags; das laufende Jahrhundert begann bürgerlicher Zeit gemäß mit 12 Uhr Mitternacht, in der Nacht vom 31. December 1800 zum 1. Januar 1801: aſtronomiſch den 1. Januar 12 Uhr Mittags. Läßt man nun die über 365 Tage hinaus reichende 5 St. ꝛc. unbeachtet, ſo fällt der Anfang jedes kommenden Jahres um ſo viel früher, wie dieſe 5 St. ꝛc. betragen und Neujahr rückt auf ſolche Weiſe nach und nach durch alle Jahreszeiten; wie ſolches denn wirklich noch im 17. Jahrhundert der Fall war bei den Perſern, deren Jahr ein wanderndes genannt wurde (jezt haben ſie das Julianiſche) und wie ſonſt auch das Alt-Aegyptiſche und Nobaſſariſche ein dergleichen wanderndes war. Dividirt man mit 5 Stunden 49 Minuten, d. i. mit 349 Minuten in 525600 Minuten (oder in 365 Tagen) ſo erhält man 1506; in ſo viel Jahren wandert alſo Jahresanfang durch alle 12 Monate. Nobanaſſar, König der Babylonier, fing die Jahre an zu zählen im Jahre 3967 der Julianiſchen Periode (eine Periode, die 7980 Jahre umfaßt); Periode heißt in der Chronologie jeder eine Reihe von Begebenheiten umfaſſende Zeitraum, nach deſſen Verlauf dieſelben Begebenheiten wieder ihren Anfang nehmen. Den Gebrauch der Julianiſchen Periode hat Joſeph Scaliger eingeführt, indem er ſie als den Zeitraum beſtimmte, nach deſſen Ablauf die Sonnen-, Mond- und Indictions-Cykel alle insgeſammt wieder von Neuem beginnen. Cykel heißt jede fortlaufende Reihe von Jahren, die nach Ablauf des lezten der Jahre wieder beginnt, und ſo die vorigen Zahlen wiederholt; man benuzte ſie von den älteſten Zeiten her zur Erleichterung der Zeitrechnung; die drei erwähnten ſind die bei uns gewöhnlichen. Der Sonnen-Cykel umfaßt 28 Jahre, d. i. jener Zeitraum, nach welchem, dem Julianiſchen Kalender gemäß, die Sonntage, und mithin auch jeder der Wochentage, wieder in derſelben Ordnung auf dieſelben Monatstage trifft; das Jahr der Geburt Chriſti war das 10te des damaligen Sonnencykels; ſetzen wir daher zur laufenden Jahreszahl 1835 die Jahreszahl 9 hinzu, was 1844 gibt, und dividiren dieſe durch 28, ſo erhalten wir zum Quotienten 65 (ſammt einem Reſt gleich 24); was dann anzeigt, daß ſeit Chr. Geb. 65 Sonnencykel verfloſſen ſind; und daß 1835 das 24te des gegenwärtigen oder bevorſtehenden 66ten Sonnencykels iſt. Mondcykel nennt man die Zeitdauer, welche verſtrichen ſein muß, wenn die Neumonde wiederum auf dieſelben Tage im Jahre eintreten ſollen; es begreift dieſe Dauer 19 Jahre in ſich, weil 19 Sonnenjahre beiläufig genau 235 Mondwechſel oder ſogen. Lunationen ausmachen; es wurde dieſer Cykel von dem Athenienſer Meton (433 vor Chr. Geb.) in den altgriechiſchen Kalender eingeführt, um dieſen mit dem Laufe der Sonne und des Mondes zugleich in Uebereinſtimmung zu bringen. Der große Nutzen, den dieſer Cykel in

im Jahre ſich gemehrt habe, da das Jahr doch zuvor in nicht viel längeren oder in kürzeren Zeitdauern angeblich um 5, 6, 18, 32, 44,

---

Beziehung auf den Kalender gewährte, beſtimmte die Aſtronomen ſpäterer Zeiten die Zahl jedes Jahres in demſelben die güldene Zahl zu nennen; indeſſen enthält er nicht, was er jener Mondwechſelzahl gemäß ſollte, 6939 Tage 16 St. 32 Min., ſondern volle 6940 Tage, was einen ſpäteren Griechen, Kalippos, beſtimmte 4 dergleichen Cykel (alſo 76 Jahre) in eine Periode (Kallippiſche Periode) zuſammenzufaſſen, und dabei vom lezten Jahre 1 Tag wegzulaſſen; ſo daß der Unterſchied der ganzen Periode gleich 27759 Tagen und jener 940 Mondwechſel = 27758 Tage 18 St. 8 M., noch 5 Stunden 52 Min. betrug; indeſſen macht man noch jezt bei Kalender-Einrichtungen von der Meton'ſchen Periode Gebrauch. Das Jahr der Geburt Chriſti war nämlich, gemeiner Rechnung gemäß, das 2te des damaligen Mondcykels, addirt man daher z. B. zu 1835 die Zahl 1 hinzu und dividirt die Summe durch 19, ſo gibt der Reſt (da der Quotient 96 $^{12}/_{19}$ iſt) 12 als die Zahl des Jahres im laufenden Mondcykel und mithin als deſſen güldene Zahl an. Der Indictionscykel (Cyclus indictionum s. indictiones Romanae) begreift 3 römiſche Luſtra, oder 15 Jahre in ſich, und bezieht ſich auf die Einrichtung der altrömiſchen Imperatoren: die Steuern auf eine ſolche Reihe von Jahren auszuſchreiben: man findet die Stelle, die ein Jahr in dieſer, der Julianiſchen Periode mit zum Grunde liegenden Zeitreihe einnimmt, oder was daſſelbe ſagen will, welches Jahr der Indiction es darſtellt, wenn man die Jahreszahl um 3 vermehrt, und die Summe durch 15 dividirt; z. B. 1835 + 3 = 1838, dividirt durch 15 gibt 122 $^{8}/_{15}$, mithin iſt 8 die Indiction für 1835. — Multipliciren wir nun 28 mal 19 mal 15, ſo erhalten wir 7980, d. i., wie bemerkt, die Zahl der Julianiſchen Periode, die mit dem Jahre beginnt, wo Sonnencykel, güldene Zahl und Indiction gleich 1 waren; von dieſem erſten Jahre der J.'ſchen Periode bis zur Geb. Chr. waren, wenn man zurückrechnet, 4713 Jahre mithin ungefähr ſo viele Jahre verfloſſen, als unſere ganze Zeitrechnung als vor Chr. Geb. abgelaufen vorauszuſetzen pflegt; das erſte Jahr unſerer Zeitrechnung war alſo das 4714te der Julianiſchen Periode, und fügen wir mithin unſerem laufenden Jahre 1835 noch 4713 Jahre hinzu, ſo erfahren wir damit, daß unſer Jahr das 6548te der Julianiſchen Periode iſt. Der Julianiſche Kalender ward im 4669ſten Jahre dieſer Periode, mithin 45 Jahre vor Chr. Geb. eingeführt. Auf gleiche Weiſe laſſen ſich mit Hilfe der J.ſchen Periode die meiſten ältere Zeitbeſtimmungen im Verhältniß zu unſerer Zeitrechnung feſtſetzen, und überhaupt die verſchiedenen Zeitrechnungen vergleichen. Rom wurde z. B. (Varro zufolge) im 3961ſten Jahre der gen. Periode erbaut, und Conſtantin der Große gelangte im 1059ſten Jahre ſeit der Erbauung Rom's, mithin (3960 + 1059 = 5019) im 5019ſten der Periode, und daher im (5019 — 4713 =) 306ſten unſerer Zeitrechnung zur Regierung. — — Um das wandernde Jahr als ſolches zu beſeitigen, ſezte Julius Cäſar (oben S. 277), dem Vorſchlage des Aegytiſchen Mathematikers Soſygenes gemäß, die Dauer des tropiſchen Sonnenjahres auf 365 Tage 6 Stunden und demnach 3 Jahre zu 365, das 4te oder Schaltjahr hingegen zu 366 Tagen feſt; was einen dem früheren entgegengeſezten Fehler zur Folge hatte, nämlich daß man nach jedesmal 4 Jahren das nächſtkommende Jahr um 11 Minuten zu ſpät anfing. Dividirt man nun mit dieſen 11 Minuten in 365 Tage 6 Stunden d. i. in 525960 Minuten, ſo erhält man faſt 47815, d. h. in ſo viel Jahren muß der Jahresanfang vorwärts durch alle Jahreszeiten rücken, und die Zeit, wo dieſer Fehler 1 Tag ausmacht, beträgt beiläufig 130 Jahre, ſo daß alſo 130 Julianiſche Jahre um 1 Tag länger ausfallen, als eben ſo viele aſtronomiſche. Im Jahr 1582 unſerer Zeitrechnung, war dieſer Fehler zu 10 Tage angewachſen und die Frühlings-Nachtgleiche fiel nicht auf den 21. März, ſondern auf den 11ten. Da ſuchte Pabſt Gregor der XIII. ſolchem Fehler abzuhelfen, und die Kalenderzeit wieder mit der Sonnenzeit in Einklang zu bringen, indem er jene 10 Tage im Kalender ſtreichen und nach dem 4. Oktober ſogleich den 15ten zählen ließ, und zugleich für die Zukunft anordnete, daß das lezte Jahr in jedem Jahrhundert, welches ſonſt (da es ſich durch 4 dividiren läßt, ohne einen Bruch übrig

73, 67 und 60 Tage gewachſen ſein ſoll, und da mit der größeren Entfernung von der Sonne, wie die oberen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus) ſolches zeigen, nicht Verlängerung, ſondern Kürzung der Axendrehungszeit (alſo auch Mehrung der Tage) eintritt. *Schmitz* meint dagegen: man könne die Umlaufsverlängerung nicht bemerken, weil der Jahreszeitenwechſel und die Zahl der Axendrehungen dieſelben blieben, und die Veränderung nicht die Erde allein, ſondern auch alle übrigen Planeten treffe, und daher aus Mangel an Vergleichung unmerkbar werde; allein den Aſtronomen, die ihre Beobachtungen begleitet von Zeitmeſſungen mittelſt guter Uhren veranſtalteten, würde ſolche Umlaufszeit-Vergrößerung auch ſelbſt nicht in Beziehung auf *einen* Tag entgangen ſein können. Was vor Erfindung der Fernröhre (oder vielmehr: ehe man mit den Fernröhren Mikrometer verband) die ſcheinbare Größe der Sonne um höchſtens 58 Secunden, und zur Zeit vor den neueren Vervollkommnungen der für aſtronomiſche Beobachtungen beſtimmten Geſichtserweiterungs- und Schärfungsrohre, ſo wie der zugehörigen Meßinſtrumente um höchſtens 20 und einige Secunden vermehrte, war lediglich die frühere Unvollkommenheit aller aſtronomiſchen Beobachtungen und Meſſungen; vermochten ja die Alten, und unter dieſen ſelbſt die am meiſten genau beobachtenden Griechen der alexandriniſchen Schule (z. B. *Eratoſthenes*, *Hipparchos*, *Claudius Ptolomäos* u. m. A.) und die Araber, ihrer zum Theil eben ſo koſtbaren als mühſam dargeſtellten und handhabbaren Werkzeuge und ihres ausgezeichneten Fleißes ohngeachtet, bei ihren Beobachtungen Fehler von fünf, ja ſelbſt von zehn Minuten nicht zu vermeiden. Und Aehnliches gilt auch ſelbſt von jenen ihrer Beobachtungen, in

zu laſſen) ein Schaltjahr iſt, dreimal nach einander ein gemeines Jahr ſein ſollte; wie denn das Jahr 1600 zwar ein Schaltjahr blieb, die Jahre 1700 und 1800 hingegen gemeine Jahre waren, und das Jahr 1900 ebenfalls eines dergleichen Jahre ſein, und erſt in das Jahr 2000 wieder ein 29. Februar eingeſchaltet werden wird. Den Plan zu dieſer Kalender-Verbeſſerung entwarf *Aloys Lili*, ein Arzt aus Verona, und abgeſchafft wurde der alte Kalender (oder Kalender des *alten Styls*) im März des oben genannten Jahres (1582), und vom 7. Juni 1776 datirt ſich das kaiſerliche Patent, nach welchem auch die nicht katholiſchen Stände Deutſchlands dem neuen Style unter der Benennung eines *allgemeinen Reichskalenders* beitraten; *England* hatte ſchon 1752 und *Schweden* 1753 den verbeſſerten Kalender angenommen. *Rußland* hat noch bis jezt den ſog. *alten Styl* und feiert daher ſein *Neujahr* und andere unbewegliche Feſte 12 Tage ſpäter als wir; hatte auch im Jahr 1800 ein Schaltjahr. — Jeder Zeitpunkt übrigens, von welchem man anfängt oder angefangen hat die Jahre zu zählen, wird eine *Epoche* oder *Aera* genannt; bei den *Iſraeliten* iſt es das Jahr vor Erſchaffung der Welt (Epocha Tohu), bei den Alt-Griechen war es das der Einſetzung der Olympiſchen Spiele (oben S. 277), bei den Alt-Römern jenes der Erbauung Rom's, bei den Türken das der Flucht Mahomed's (Hegira, ſprich *Hedſchra*) und bei uns jenes der Geburt Chriſti, die jedoch erſt mehrere Jahrhunderte nach Chr. Geb. eingeführt wurde, und die auch die *Dionyſiſche* heißt, weil im Anfange des 6ten Jahrhunderts der römiſche Abt *Dionyſius* ſich mit deren Einrichtung viel beſchäftigte.

welchen Unvollkommenheiten und Irrthümer, wie die angedeuteten, eher vermieden werden konnten; wie z. B. bei den Beſtimmungen der Schiefe der Ekliptik (oben S. 248 Anm.) mittelſt des Gnomon (S. 247 Anm.), zur Zeit der größten und kleinſten mittäglichen Sonnenhöhe, wie die Sommer- und Winter-Sonnenwende ſie darbieten; oben S. 246. Zu jenen Völkern, welche von den älteſten Zeiten her aſtronomiſche Beſtimmungen verſucht und hieher gehörige Nachrichten hinterlaſſen haben, gehören die Aethiopier und Aegyptier, die Indier, Perſer, Araber, Chaldäer und vorzüglich auch die Chineſen, wiewohl auch Zeugniſſe vorliegen, welche aſtronomiſche Ergebniſſe: gewonnen von den Scandinaviern 300 Jahre vor Chriſti Geb., außer Zweifel zu ſtellen ſcheinen. Was die Chineſen in dieſer Hinſicht geleiſtet, hat, ſo weit ſolches aus Ueberbleibſeln geſchichtlicher Aufzeichnungen und Darſtellungen möglich war (im Jahr 213 vor Chr. Geb. ließ nämlich der damalige chineſiſche Kaiſer Tsi-Chi-Hoang [oder Chi-Hoanti] alle Bücher verbrennen, welche auf das heilige Geſetz, auf Geſchichte und Sternkunde Bezug hatten; ſpätere chineſiſche Geſchichtſchreiber ſuchten zwar das auf ſolche Weiſe für immer Verlorne wieder zu ergänzen, allein nur zu häufig: durch eigene Einfälle und durch Erſinnungen lebhafter, dichteriſcher Köpfe; vergl. Souciet Observations mathematiques et physiques II. 2 u. III. 50, wie auch Jul. v. Klaproth aſiatiſches Magaz. II. 94 ff. und Le Chouking, traduit par Gaubil; Vorrede S. 17 und Deſſen Traité de la Chronologie chinoise; publié par Sylvestre de Sacy. A Paris 1814. p. 64, 131 und 280. Ein ähnliches Schickſal hatte ſpäterhin die Chemie, oder vielmehr, was ſie damals war: die Alchemie — oben S. 51 —; denn Kaiſer Diocletian ließ alle Schriften alchemiſtiſchen Inhalts aufſuchen und verbrennen, aus der ungegründeten Furcht: die Aegyptier möchten ſich durch chemiſche Verſuche zu ſehr bereichern; wie Suidas berichtet) der Jeſuit Gaubil, ein chriſtlicher Miſſionär, der in Mitten des leztverfloſſenen Jahrhunderts längere Zeit hindurch in China weilte, mit großem Fleiße und ſehr dankenswerther Mühe aus chineſiſchen Schriften der verſchiedenſten Zeitalter geſammelt und ſo (in ſ. zuvor erwähnten Schriften) zur öffentlichen Mittheilung vorbereitet. Schon in den älteſten Zeiten, oder vielmehr: in der früheſten Vorzeit, haben hienach die Chineſen den hohen Stand der Geſtirne am Himmel beobachtet, und mittelſt des Gnomon (S. 245) Mittagslinien gezogen; der kürzeſte Schatten des Gnomon gab ihnen die Richtung an, nach der genau die Palläſte der chineſiſchen Fürſten, mit der vorderen Seite gegen Süden gekehrt (alſo als ſogenannter Sonnenbau) aufgeführt wurden, und ſo geſchah es denn auch, daß der Kaiſer Tscheou-Kong (oder Tschu-Kong) im Jahre 1100 vor Chr. Geb. (mithin um jene Zeit, als David in Judäa und Kodrus zu Athen lebte) in der Stadt Loyang (d. i. in dem heutigen Honan-Fu in der „Garten des Reiches" genannten Provinz

Honan, deren Hauptſtadt Kai-fong-fu iſt) zur Zeit der beiden Sonnenwenden die Höhe der Sonne beobachtete und ſie — wenn man dieſe Beobachtungen hinſichtlich deſſen berichtigt, was daran der Halbmeſſer der Sonne und die Stralenbrechung abändern — für das Sommerſolſtitium glich 79° 6′ 20″, für das Winterſolſtitium hingegen zu 31° 22′ 20″ fand, wonach die Hälfte der Summe (110° 28′ 40″) beider Zahlenausdrücke, mithin die Aequatorhöhe (S. 235) von Honan-Fu 55° 14′ 20″ und deren Ergänzung zu 90°, alſo zur Polhöhe (S. 239) dieſer Stadt: 34° 45′ 40″ beträgt, während der halbe Unterſchied beider obiger Zahlenausdrücke (79° 6′ 20″ weniger 31° 22′ 20″ bleibt 47° 44′; dieſes durch 2 dividirt gibt) 23° 52′ die Schiefe der Ekliptik (d. i. durch die Abweichung der Sonne — oben S. 245 Anm. — meßbaren Winkel, unter den die Erdaxe gegen die Erdbahn geneigt erſcheint, oder den die Erdbahn mit der Ebene des Erdäquators machte; ſ. oben S. 241) gewährt. Gaubil und ſeine Gefährten, die übrigen Mitglieder der Miſſion, fanden die von ihnen vollzogene Beſtimmung der Polhöhe übereinſtimmend mit jener von Tscheou-Kong vollzogenen, und rechnet man die noch jezt in fortdauernder Abnahme befindliche heutige Schiefe der Ekliptik zurück, bis zur Zeit des erwähnten Beherrſchers von China, ſo erhält man ſie für dieſe Zeit mit einem nur 44 Secunden kleineren, nämlich mit 23° 51′ 16″ betragenden Werth. Al-Batani und Mamon, zwei arabiſche Aſtronomen, fanden ſie, der erſtere 960 Jahre, der andere 830 Jahre vor Chr. Geb., gleich 23° 35′ 0″, was freilich beträchtlich weniger iſt, als ſie der ſeiner Zeit als Aſtronom und als durch große Reiſen wohl unterrichtete Geograph (Erdbeſchreiber) der Grieche Pytheas zu Maſſilien (dem heutigen Marſeille) 350 Jahre vor Chr. Geb. beſtimmte, indem ſie dieſer gleich 23° 49′ 20″ fand; wie denn überhaupt die Behauptung: als ſey die Schiefe der Ekliptik ſeit mehr denn zwei Jahrtauſenden ununterbrochen im Abnehmen begriffen, geſchichtgemäß mehrere nicht unbeträchtliche Ausnahmen gegen ſich hat, die ſich nur durch die Annahme, jedoch nicht überzeugend, zurückweiſen laſſen: daß jene Beobachter, welche dergleichen Ausnahmen berichten, ſich getäuſcht haben; eine Annahme, die vorzüglich darin eine nicht unbeträchtliche Schwierigkeit findet: daß es gerade anerkannt tüchtige Beobachter ſind, denen wir dergleichen Beſtimmungen verdanken; wie folgende Ueberſicht der das ganze Phänomen betreffenden wichtigeren Beobachtungen darthun mag:

Namen der Beobachter.	Ort oder Land des Beobachters.	Zeit derſelben.	Größe der beobacht. Schiefe der Ekliptik.
Tscheou-Kong	China	1100 vor Chr. Geb.	23° 52′ 0″
Al-Batani u. Al-Mamon	Arabien	960 u. 830	23 35 0
Pytheas	Marſeille	350	23 49 20
Eratosthenes	Griechenland	250	23 51 20
Ibn-Junis	Kahira	1000 nach Chr. Geb.	23 34 0
Coscheou-King	China	1280	23 32 2
Ulugh-Beigh	Samarkand	1437	23 31 48
Nic. Copernicus	Frauenburg	1540	23 28 —
Tyge Brahe	Uranienburg	1595	23 29 25
Johann Hevel	Danzig	1661	23 39 7
Dominic. Caſſini	Paris	1670	23 29 0
Flamſtead	Greenwich	1691	23 28 0
Horrebow	a. Römer's Beob.	(oben S. 100)	23 28 47
de la Condamine	Peru	1737	23 28 24
Caſſini de Thury	Paris	1743	23 28 35
de la Caille	Paris	1750	23 28 19
James Bradley	Greenwich	1750	23 28 18
Tobias Mayer	Göttingen	1756	23 28 16
Nevil Maskelyne	Greenwich	1769	23 28 9,7

Ueber Ximenes Beob. ſ. oben S. 249. Zur geſchichtlichen Erörterung vorſtehender Tafel ſeyen nachſtehende Bemerkungen beſtimmt: α) Plinius behauptet in ſeiner Hist. natur. II. 8.: daß der griechiſche Philoſoph Anaximander aus Miletos zuerſt die Schiefe der Ekliptik aufgefunden und beſtimmt habe, und zwar zur Zeit der 58ſten Olympiade, d. i. (wenn man die erſte Olympiade 4 Jahre nach dem Anfange der von den Griechen dem Jupiter zu Ehren veranſtalteten, alle 4 Jahre ſich wiederholenden olympiſchen Spiele auf das Jahr 776 vor Chr. Geb., oder, was daſſelbe bedeutet, auf das 38ſten Jahr der Julianiſchen Periode ſezt) aber 544 Jahre vor Chr. Geb. mithin 556 Jahre ſpäter, als Tscheou-Kong ſie beſtimmte; wahrſcheinlich haben alſo die Griechen die Kentniß der Schiefe der Ekliptik aus Aſien, wenn nicht aus Aegypten, überkommen. Nach Tscheou-Kong, der — als Bruder des Uwang, Stifters der chineſiſchen Herrſcherfamilie Tscheou — während der Minderjährigkeit ſeines Neffen (vom Jahr 1104 — 1098 vor Chr. Geb.) in China regierte und deſſen Andenken noch jezt in der Dankbarkeit der Chineſen lebt, verfiel die Sternkunde in dortigen Landen, bis ſie, wie bereits bemerkt, unter Tsie-Chi-Hoang für längere Zeit, bis auf Tscheou-Tschong, der im Jahr 460 nach Chr. Geb., zu Nankin beobachtend, die Länge des Jahres zu 365,24282 Tage und mithin nur um 0,00057 Tag oder 49 1/5 Sekunden zu lang beſtimmte (vergl. oben S. 280). Von jezt an hob ſich das Studium der Geſtirne wieder in China, und das Jahr 1271 ſieht den

oben (in der Tafel S. 285) genannten, Coscheou-King, China's berühmteſten Aſtronomen, als Vorſteher des mathematiſchen Tribunals dieſes Landes, und unter Kobilai, dem damaligen Beherrſcher Chinas, der Coscheou-King zu jener Stelle berufen hatten, erfreuete ſich die Sternkunde in China der gleichen Pflege, die ihr um jene Zeit von Seiten Kobilai's, Bruder, des damaligen Beherrſchers von Perſien, Holaku-Hekukan, zu Theil wurde, wo ſie bereits ſeit der Mitte des 11. Jahrhunderts, nachdem die Perſer ſich der Gewalt der Araber entledigt hatten, unter Omar-Cheian (der die Länge des Jahres nur um 14⅗ Sekunden zu groß beſtimmte und einen Kalender einführte, welcher innerhalb einer Umlaufszeit oder Cyclus von 33 Jahren neben fünfundzwanzig 365-tägigen Jahren acht 366-tägige als Schaltjahre enthielt) erfreuliche Fortſchritte machte, und wo dann, im dreizehnten Jahrhundert, der zuvor genannte Holaku-Hekukan zu Maraga die vorzüglichſten Aſtronomen ſeines Reiches verſammelte, und die von ihm daſelbſt erbaute prachtvolle Sternwarte der Leitung eines der berühmteſten Sternforſcher jener Zeiten, dem Nasireddin (der 1244 ſtarb) vertrauete. — Jene (oben S. 284) erwähnte Angabe der Schiefe der Ekliptik vermittelte Coscheou-King (der die Länge des Jahres gleich 365,2425 d. i. genau gleich unſerem Gregorianiſchen Jahr beſtimmte) durch einen 40 chineſ. Fuß hohen Gnomon, der oben mit einer eine freie Oeffnung darbietende Kupferplatte verſehen war, wie man noch jezt, am zweckmäßigſten das Aeußerſte des oberen Gnomon-Endes mit einer auf die Mittagslinie ſenkrechten Metallplatte verſieht, deren kleine runde Oeffnung die Sonnenſtralen durch- und ſo abwärts vom Fuß des Gnomon ein Bild der Sonne entwerfen läßt, deſſen Entfernung dann vom Mittelpunkte des Gnomon-Fußes (oder der Gnomon-Baſis) gemeſſen genauer gewährt, was ein oben undurchlöcherter Gnomon mit dem Ende ſeines (vom Halbſchatten eingefaßten und daher ſchwierig genau beſtimmbaren) Kern-Schattens darbietet; vergl. oben S. 246. Einen Gnomon der lezteren Art errichtete Seſoſtris 967 Jahre vor Chr. Geb. in Aegypten; unter der Regierung des römiſchen Kaiſers Augustus wurde dieſer 117 römiſche d. i. 107¼ Pariſer Fuß hohe Gnomon (ein Obelisk; oben a. a. O.) nach Rom gebracht und dort, unter Leitung des Manlius, auf dem Marsfelde aufgerichtet, um, wie Plinius im 36. Buche ſeiner Hist. natur. erzählt: die Bewegungen der Sonne zu beobachten, mithin: um ihn als eine Art Sonnenuhr in Gebrauch zu nehmen; oben S. 247. Jener von Paul Toscanelli in der Kuppel der Kathedrale zu Florenz 1467 errichtete Gnomon (a. a. O.) fernte, mit ſeiner zum Durchlaſſen des Sonnenbildes dienenden Oeffnung, vom Fußboden der Kirche 277 Fuß; einen der lezt errichteten iſt jener der Kathedrale zu Mailand, der unter Leitung der Aſtronomen Ceſaris und Reggio im Jahr 1786 zu Stande gebracht wurde; ſeit dieſer Zeit hat man aber, da die Gnomon-

Angaben jenen anderer, neuerer, hieher gehöriger aſtronomiſcher Vorrichtungen an Genauigkeit nachſtehen, und zwar nicht nur wegen mangelnder Unſicherheit der wahren Schatten-Länge (denn dieſer Unſicherheit läßt ſich mittelſt der Oeffnung für das Sonnenbild ziemlich ſicher begegnen), ſondern wegen der durch Ausdehnung mittelſt Sonnenwärme, Verkürzung mittelſt Kälte, und Längen-Aenderung durch Frieren und Wiederaufthauen der Mauren-Feuchte ſehr veränderlichen Höhe der Gnomen; eine Veränderlichkeit, welche auch die Sternwarten trifft und die außerdem noch, hier wie dort, durch die Leichtigkeit mit der alle Gebäude zum Erſchüttern und Schwanken zu bringen ſind, ſehr vermehrt wird. Der in der obigen Tafel genannte Ibn-Junis beobachtete zur Zeit des damals Aegypten beherrſchenden Kalifen Hakem. Ein von ihm verfaßtes Werk über Aſtronomie fand man erſt gegen Ende des vorigen Jahrhunderts in der Bibliothek zu Leyden auf, wo dann ein Theil deſſelben von Caussin überſezt wurde, welcher Theil neben merkenswerthen Nachrichten über die aſtronomiſchen Unterſuchungen der Araber, ſehr viele von des Kalifen Almanzar bis auf Hakems Zeit hinaufreichende Beobachtungen derſelben darbietet; β) Ulugh Beigh, Tartaren-Chan (Fürſt) und Timur's Enkel, errichtete (1430) in ſeiner Reſidenz Samarkand (am Soghd, in der heutigen großen oder Weſt-Bucharei) eine große Sternwarte, um nach eigenen Beobachtungen einen neuen Abriß des geſtirnten Himmels zu entwerfen; er brachte dieſes Stern-Verzeichniß, deſſen Epoche das Jahr 481 der Hegira (ſ. S. 282) oder 1437 der chriſtlichen Zeitrechnung iſt, auch zu Stande, und nahm darin alle jene Sterne, auf die Ekliptik bezogen, auf, deren Ptolemäus in ſeinem Almageſt gedacht hatte (man verdankt Ulugh Beigh, außer jenem neuen Sternverzeichniß und der Beſtimmung der Schiefe der Ekliptik, auch — bis auf T. Brahe's Zeiten — die beſten Sonnen-, Mondes- und Planeten-Tafeln); γ) Nicolaus Copernicus wurde zu Thorn in Preußen, wo ſein Vater als Arzt lebte, den 19. Januar 1472, einem edlen Geſchlechte entſtammend, geboren, widmete ſich der Sternkunde, gereizt durch den großen Ruf, den um jene Zeit ſich erworben hatte: der berühmte Sternforſcher und Vertraute der griechiſchen Schriftweisheit (Literatur) Johann Müller genannt (nach ſeinem Geburtsort Königsberg in Franken) Regiomontanus (geboren den 6. Juni 1436, geſt. 1476 zu Rom, wahrſcheinlich an Gift, nachdem er, der Erſte, auf 30 Jahre hinaus, aſtronomiſche Ephemeriden berechnet hatte) und ſtudirte dann zuvörderſt zu Krakau, hierauf zu Bologna, wo er unter Dominicus Maria von Ferrara mit dem ſchaubaren Himmel und der Art ihn in Beobachtung und Berechnung zu nehmen, vertraut wurde; er lehrte nun einige Zeit Mathematik zu Rom, erhielt dann aber, durch ſeinem Oheim (durch ſeiner Mutter Bruder) den Biſchof von Wermeland, ein Canonicat im Domſtifte Frauenburg in Preußen, und damit hinreichende

Muße, ſich der Aſtronomie ungetheilt zu widmen, wobei er jedoch nicht verſäumte dem Studium der alt-griechiſchen Weltweiſen, Geſchichtſchreiber und Natur-Beurtheiler obzuliegen. Unter andern fand er bei'm Plutarch (de Placitis Philosoph. c. L. III.) die Behauptung des Philolaos, eines Anhängers der Lehren des Pythagoras, daß die tägliche Bewegung der Erde nur ſcheinbar und eine Folge ihrer Drehung um ihre Axeſey, eine Behauptung die auch Ariſtarchos theilte und die am deutlichſten von Hiketas aus Syrakus ausgeſprochen wurde, die C. nach kurzer Ueberlegung einleuchtete, und ihn ſpäterhin dazu brachte, wiewohl nicht ohne Schüchternheit, auch die jährliche Bewegung der Sonne als eine ſcheinbare aufzufaſſen und anzuerkennen. Beſtärkt wurde er hierin, als er in der Folge bei einem andern Schriftſteller dem Martianus Capella bemerkt ſah: wie die Alten bereits von den Planeten Mercur und Venus als bekannt angenommen hatten: daß dieſe Planeten die Sonne umlaufen (ſ. w. unten). C. dehnte nun dieſe Vorausſetzung auch auf die übrigen, damals bekannten Planeten, auf den Mars, Jupiter und Saturn aus, und ward jezt zu ſeiner innigen Freude gewahr, daß auf ſolche Weiſe alle ſcheinbaren Stillſtände, Rückgänge und die zeitgemäß verſchiedenen ſcheinbaren Größen der Planeten ſich ebenſo einfach als leicht erklären ließen, ohne daß man nöthig hatte, mit Ptolemäos (der annahm daß die Erde ruhe und von der Sonne, wie von allen Geſtirnen, alſo auch von den Planeten, umſchwungen werde und deſſen Anhänger die Ungleichheiten des Planetenlaufes aus den Epicykeln, d. i. aus Kreiſen zu erklären verſuchten, deren Mittelpunkte in dem Umfange (Peripherie) eines anderen Kreiſes fortrücken; denn dergleichen Annahmen waren die Anhänger der Ptolemäi'ſchen Weltordnung vorauszuſetzen genöthigt, wenn ſie über den ſichtbaren Himmel einigermaaßen in's Klare kommen wollten; und in der That ließen ſich auf ſolche Weiſe, wenn man nur die Epicykel in gehöriger Größe vorausſezte, nicht nur alle damals bekannten Ungleichheiten des Planetenlaufes erklären, ſondern ſogar, was ſonſt überall als Prüfſtein richtiger Annahme gilt, voraus berechnen, und ſolche Nachweiſung und Vorausbeſtimmung bildete den Hauptinhalt von einem ſeiner Zeit hochgerühmten, unter der arabiſchen Benennung Almageſt bekannten Werke des Ptolemäos. Auch der Sonne, da auch deren Schein-Lauf ungleich iſt, theilte dieſer Canon oder dieſe Richtſchnur damaliger aſtronomiſcher Weisheit, einen Epicykel zu, doch alſo geordnet, daß nie ein Rückgang erfolgte; beim Monde hingegen reichte man, ob der vielen und mancherlei Ungleichheiten ſeiner Bahn, mit der Annahme eines Epicykels nicht aus, ſondern hatte deren zunächſt zwei nöthig, und ſezte ſo auf den erſten noch einen zweiten Mond-Epicykel; hätten aber die Alten mit ſo guten Schau- und Meß-Inſtrumenten ausgerüſtet, wie ſie jezt den Sternforſchern zu Gebote ſtehen, ſich des beſtirnten Himmels erfreuen können, ſie

würden ſelbſt mit 15 dergleichen Mond-Epicykel nicht ausgereicht haben, um alle Ungleichheiten dieſes Erd-Trabanten als an und in ſich nothwendig nachzuweiſen, d. i. zu erklären, und ſie würden dann, ſonder Zweifel die Vorausſetzung einer Weltordnung aufgegeben haben, welche, wie die Ptolemäos'ſche, genau unterſucht und in Anwendung gebracht, nicht zu einer hellen, ſondern zu einer ſehr und zum Theil endlos verwirrten Anſicht und Beurtheilung der himmliſchen Bewegungen führte und eben darum den Zweck ſolcher Forſchungen unerreicht nnd jegliches hieher gehöriges Streben unbefriedigt ließ. Fragt man, wie man überhaupt auf die Annahme von Epicykeln gerathen ſey? ſo antwortet darauf die Geſchichte der Aſtronomie (d. i. der Wiſſenſchaft vom Geſetzlichen der Sterne), daß die frühere Annahme von kryſtallenen klaren, und daher der Durchſichtigkeit kein Hinderniß in den Weg legenden Sphären (Himmelskugeln oder Weltkugeln) in welche die Sterne gleichſam eingefügt ſeyen, wahrſcheinlich die der Epicykel im Gefolge hatte. Der 366 Jahre vor Chr. Geb. lebende griechiſche Sternforſcher Eudoxos ſoll nämlich — erwägend: daß die Sterne, Falls dieſelben in der Luft ſchwebten, ſich in deren Höhe nicht zu halten und gegen das Herabſtürzen zur Erde nicht zu wahren vermöchten, wenn ſie nicht von feſten Ganzen zurückgehalten würden — zuerſt auf den Gedanken gekommen ſein: daß der Himmel aus mehreren feſten durchſichtigen Hohlkugeln beſtehe, von welchen die kleinere in der größeren (und ſo fort) freibeweglich ſtecke, und von denen jede einzelne durch einen beſonderen, leitenden Geiſt beherrſcht und in geregelter Bahn bewegt werde, während ſie eine ihr von Anbeginn zugewieſene Zahl von Sternen, in gewiſſen Abſtänden ihrer Innenfläche, eingefügt beſitze. „Die Erde, lehrten die Aſtronomen der älteſten Zeiten, ruhet in der Mitte des Weltraumes, wie der Augenſchein es zeigt, und um ſie, als dem wichtigſten Weltkörper, bewegen ſich alle übrigen Weltkörper, und zwar in Kreiſen, weil die Kreislinie die vollkommenſte aller krummen Linien darſtellt;" daß ſie es aber vermögen, fügte Eudoxos hinzu, verdanken ſie ihrer Befeſtigung an den Sphären oder an concentriſchen Kreiſen, deren Ptolemäos, zum gemeinſchaftlichen Mittelpunkt derſelben den der Erde vorausſetzend, eilf annahm, und deren Stellungs- und Bewegungs-Verhältniſſe untereinander und in Beziehung auf die Erde von ihm ausführlich im Almageſt entwickelt wurden. Die kleinſte oder der Erde nächſte dieſer Sphären wies P. dem Monde zu, die ſechs folgenden der Sonne und denen fünf mit unbewaffnetem Auge erkennbaren und darum ſchon damals bekannten ſog. älteren Planeten; nämlich den dem Monde nächſten dem Merkur, und die hierauf folgenden in nachbenannter Ordnung: der Venus, der Sonne, dem Mars, Jupiter und Saturn; durch die der Saturnus-Sphäre folgende achte ließ er alle Firſterne bewegen, durch die dieſe umſpannende neunte und zehnte ſuchte er die Phänomene des Vorrückens

der Nachtgleichen (S. 279 Anm.) zu erklären und von der eilften und größten, alle übrigen umſchließenden Sphäre leitete er die (ſcheinbare) tägliche Bewegung aller Geſtirne ab, deren jedes, P.'s Grundannahme gemäß, eine beſondere gen Oſten gerichtete, in Abſicht auf Bahngröße und Zeitverbrauch durch die Entfernung von der Erde beſtimmte, Bewegung beſaß, während ſie alle einer allgemeinen, der ſo eben erwähnten täglichen, von Oſt nach Weſt gerichteten, lediglich von der eilften Sphäre abhängigen Bewegung andauernd theilhaftig wurden; welche eilfte Sphäre darum auch von P. als Primum mobile erachtet und dem gemäß genannt ward. Wie ſcharfſinnig nun auch dieſe Weltordnung ausgeſonnen war, ſo verſtieß ſie doch, näher geprüft, gar ſehr gegen mehrere leicht zu machende und zu verfolgende Beobachtungen. So ſah man die ſcheinbaren Größen der Planeten von Zeit zu Zeit ſehr beträchtlichem Wechſel unterliegen, ohne daß man, Falls die Erde wirklich in Mitten ihrer Kreisbahnen weilen ſollte, denſelben auch nur einigermaaßen befriedigend zu deuten vermochte, und ebenſo ſah man Venus und Merkur bald langſamer bald ſchneller als die Sonne ihre Bahnen verfolgen, ohne dieſe Geſchwindigkeits-Unterſchiede erklären zu können. Dieſe und ähnliche Wahrnehmungen, unter welchen beſonders auch jene ſehr auffallen mußte: daß man Mercur und Venus nie der Sonne gegenüber d. i. nie im Gegenſchein oder (Oppoſition; bezeichnet durch ☍), alſo nie in der Sonne gegenüberſtehenden, der aſtronomiſchen Länge nach (oben S. 250 Anm.) um 180° von einander fernenden Punkten der Ekliptik erblickt, verdächtigten P.'s Weltſyſtem bei ſeinen Zeitgenoſſen und mehr noch bei deren Nachfolgern. — — Werden nämlich zwei Planeten, oder überhaupt zwei Geſtirne, an einerlei Ort des Thierkreiſes, oder (da die kleineren Planeten ſelten vollkommen genau und bis zur wirklichen Bedeckung zuſammentreffen) über oder unter demſelben Punkte der Ekliptik erſcheinend, d. i. wenn ſie einerlei Länge (oben S. 240 Anm.) haben, erblickt, wo dann ihr Abſtand alſo nur dem ſtets geringen Unterſchiede oder der nie beträchtlichen Summe ihrer Breiten (oben S. 240 Anm.) gleich iſt, ſo ſind ſie in dem Mitſchein, oder in der Zuſammenkunft oder Conjunction (bezeichnet durch ☌); der Mitſchein des Mondes mit der Sonne beſtimmt den Augenblick des Neumonds und iſt, Falls beide Weltkörper hiebei einander nahe rücken, von einer Sonnenfinſterniß begleitet (S. 237 Anm.); der Gegenſchein deſſelben und der Sonne erzeugt hingegen den Vollmond, und, Falls die Breite des Mondes nicht beträchtlich, eine Mondfinſterniß (S. 237 Anm.). Jene verſchiedene Stellung, welche die Planeten in dieſen Hinſichten beobachten, werden, zuſammengenommen, die Aſpecten genannt. Haben alſo Sterne mit der Sonne nicht gleiche Länge (d. h. ſind ſie nicht mit ihr in Conjunction, und fernen ſie eben ſo wenig von ihr um 180°, oder ſind ſie mit ihr nicht in Oppoſition,

ſondern beträgt dagegen ihre Abweichung (oben S. 248 Anm.) 90°, ſo heißt dieſes: die Quadratur des Sterns, und bei den Planeten insbeſondere: der Quadrat= oder Geviert=Schein, und wenn ſie 120° beträgt: der Gedritt= oder Triangular=Schein, ſo wie, wenn ſie nur gleich 60° iſt: der Geſechſt= oder Sextilſchein; bei den Planeten geben ſie aber die (in den älteren Kalendern aſtrologiſcher angeblicher Anhaltspunkte wegen bemerkten) zuvor erwähnten Aſpecten, worin man ſonſt, ohne Grund, viel ſuchte, während ſie jezt ſo gut wie vergeſſen ſind. Iſt die Sonne von einem Sterne, der ſonſt mit ihr auf= und unterging, mittelſt ihres fortſchreitenden täglichen Aufganges ſo weit weggerückt: daß es beim Aufgange eines ſolchen Sternes gerade noch dunkel genug iſt, um ihn ſehen zu können, ſo heißt dieſes der heliakaliſche Aufgang des Sterns (wie z. B. der Stern Regulus den 3. Sept. heliakaliſch aufgeht, da die Sonne im 11ten ° des Sternbildes der Jungfrau ſteht) kommt dagegen die Sonne ſolchem Sterne ſcheinbar ſo nahe, daß er bei ihrem Untergange ſo tief am weſtlichen Horizont ſich befindet, daß man ihn nicht zu bemerken im Stande iſt, ſo nennt man dieſes den heliakaliſchen Untergang des Sterns (wie ſolches z. B. beim Regulus den 9. Juli eintritt, wenn die Sonne im 17ten ° des ♋ oder Krebſes weilt). Erfolgt hingegen der Auf= oder Untergang des Sterns wenn die Sonne bereits untergeht, oder auch bei Anbruch der Nacht, ſo nennt man das den akronyktiſchen Auf= oder Untergang des Sterns, wie denn Regulus akronyktiſch aufgeht den 17. Febr., da die Sonne im 19° 10′ des ♒ oder Waſſermanns ſteht, akronyktiſch unter hingegen den 20. Auguſt, wenn ſie — wie beim kosmiſchen Aufgange, d. i. wenn der Stern mit der Sonne zugleich aufgeht — im 27° ♌ oder des Löwen erſcheint; während der genannte Stern den 13. Februar kosmiſch untergeht, da die Sonne 25° ♒ erreicht hat. Das bereits oben, S. 242 Anm. erwähnte, ſehr gut unterſcheidbare, der Löwe, oder zum Unterſchied von dem über ihm ſtehenden kleinen: der große Löwe genannte, von 13° ♌ bis 22° ♍ ſich erſtreckende Thierkreis=Geſtirn, beſteht aus mehr denn 95 Sternen, unter denen einer erſter Größe, zwiſchen den Vorderſchenkeln, faſt in der Ekliptik weilend: das Löwenherz oder Regulus genannt wird. — — So geſchah es dann, daß man P.'s Syſtem, es näher prüfend, ungenügend fand, und daß man von Seiten ägyptiſcher Aſtronomen, folgende Abänderung deſſelben zur Aushülfe aufſtellte: während Mond, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn in einander, in Abſicht auf zunehmende Entfernung von dem Erdmittelpunkte folgenden, je entfernteren um ſo größeren Kreiſen, die ruhende Erde umlaufen, umſchwingen Mercur und Venus, in kleinen Kreiſen, zunächſt die Sonne (oben S. 289) und mit dieſer dann die Erde; dieſe Abänderung von P.'s Weltordnung erhielt die Benennung des Aegyptiſchen Weltſyſtems, und wiewohl es jene wegen des Mercur

und der Venus dem P.'ſchen Syſtem gemachten Einwürfe beſeitigte, ſo ließ es doch die übrigen unberückſichtigt, und zum Theil ſelbſt auch dann noch, als es, wie aus einer Stelle des Almageſt (XII. 1 daſelbſt) hervorzugehen ſcheint, Apollonius von Perga dahin abänderte, daß er die Sonne von ſämmtlichen Planeten und, mit dieſer gemeinſchaftlich die Erde umlaufen ließ, eine Annahme, die faſt anderthalbtauſend Jahre darauf, um dem Ariſtoteles und der im 16. Jahrhundert unſerer Zeitrechnung üblichen Bibelauslegung nicht zu widerſprechen, jedoch nicht von dem Apollonius ſondern vom Copernicus entlehnt, des lezteren Weltordnung entgegen, Tyge Brahe aufs Neue ausſprach: indem er nicht nur dem Mercur und der Venus, ſondern auch den übrigen drei damals bekannten Planeten: Bahnen um die Sonne zutheilte; von dieſem Hauptkörper aber, ſo wie von dem Monde, die Erde umſchwingen ließ. Mehr genügend den Aſtronomen ſeiner und der ſpäteren, ſo wie auch unſerer Zeit, zeigte ſich das Weltſyſtem des Copernicus, wie das Tyge Brahe in ſeiner Astronomiae instauratae Progymnasmata. Uranib. et Prag. 1602 p. 661 ſelbſt zugeſtand, dem er jedoch nicht huldigte aus mißverſtandener Frömmigkeit, wie ſolches auch ſeine an Chriſtoph Rothmann gerichteten Briefe beweiſen; die Ptolemäos'ſche Weltordnung zu verlaſſen hatten ihn im Jahr 1582 veranſtaltete Beobachtungen der Parallaxe (d. i. jenes Winkels, welchen zwei gerade Linien einſchließen, von denen die eine aus dem Auge eines auf der Erdoberfläche irgendwo befindlichen Beobachters, die andere aus dem Mittelpunkte der Erde gegen einen von dem Beobachter geſehenen Stern gerichtet iſt) des Mars gezwungen indem er hiebei wahrgenommen: daß dieſer Planet in ſeiner Oppoſition der Erde weit näher als die Sonne ſteht, was mit der Ptolemäos'ſchen Weltordnung durchaus unverträglich iſt. Riccioli, Rheita, Morin, Dechales u. m. Andere erklärten ſich für das Tychoniſche Syſtem (ſo nannte und nennt man Tyge Brahe's zwiſchen der Anſicht des Ptolemäos und des Copernicus die Vermittelung verſuchende Weltordnungs-Annahme); Longomantan, nächſt Kepler einer der berühmteſten Schüler Tyge Brahe's, wich jedoch darin von ſeinem Lehrer weſentlich ab: daß er (in ſeiner Astronomia Danica) zwar nicht die jährliche Schein-Bewegung der Sonne, vom Umlaufe der Erde um die Sonne, wohl aber die ſcheinbare tägliche (oben S. 290) der ganzen Himmelskugel von der täglichen Axendrehung der Erde ableitete; was mithin die alſo veränderte Tychoniſche Weltordnung jener des Copernicus noch näher brachte. Copernicus aber fand ſich von der Richtigkeit ſeiner, nach ihm die Copernicaniſche Weltordnung oder das C.'ſche Syſtem (Systema mundi Copernicanum) genannten Vorausſetzung ſchon im Jahre 1507 überzeugt, prüfte ſie jedoch, damit ſie auch allgemein überzeugend hervorzutreten geeignet erſcheine, durch eine lange Reihe von Beobachtungen, entwarf dann die Handſchrift zu jenem

in der Geſchichte der Menſchheit Epoche machendem Werke (De orbium coelestium revolutionibus Libri VI.), das, obgleich er es bereits im Jahr 1530 vollſtändig ausgearbeitet hatte, doch erſt bald nach ſeinem Tode, im Jahr 1543 (zu Nürnberg) erſchien, und das vielleicht auch um dieſe Zeit von dem beſcheiden-ſchüchternen, umſichtig prüfenden großen Denker noch nicht der Preſſe überlaſſen worden wäre, wenn ihn nicht der Forſchungs-Eifer ſeines Freundes Rheticus dazu beſtimmt hätte; denn vergeblich forderten ihn die Biſchöffe von Capua und von Culm, (der Cardinal von Schomberg und Geyſe) bereits im Jahr 1534 zur Herausgabe des Werkes auf, und ebenſo vergeblich erſuchte ihn der erſtere 1536: um ausführliche Mittheilung ſeiner Hauptſätze, und nur als Georg Joachim, bekannt unter dem Namen Rheticus aus Eifer für das Studium der Sternkunde, ſeine bis dahin von ihm zu Wittenberg begleitete Profeſſur der Mathematik niederlegte und im Jahr 1539 nach Frauenburg zu dem großen Meiſter der Himmelskunde ſich begab: um von ihm zu lernen und Beihülfe anzubieten zur Vollendung des Meiſterwerkes, da endlich fügte ſich C. den Bitten und Anforderungen der harrenden Zeitgenoſſen, und legte die lange bewahrte Handſchrift in die Hände ſeines Freundes, wie dieſer, unter dem Namen eines Studenten der Mathematik (in J. Joach. Rhetici-Narratio de libris revol. coelest. Copernic. Gedani 1540. 4.) berichtet; es wurde auf Koſten des Cardinals von Schomberg gedruckt, und C. hatte die Freude ein fertiges und gebundenes Exemplar deſſelben noch zu ſehen und in ſeinen Händen zu halten, wenige Stunden bevor den 24. Mai 1543 ein Blutſturz ſein erfolgreiches Leben endete. Seiner noch bei Lebzeiten verfügten Anordnung gemäß wurde das Werk dem damaligen, mit der Mathematik wohlvertrauten Pabſt Paul dem III. gewidmet, um ſo, gleich von vorn herein, jene Verläumder und Wahrheitsfälſcher zum Schweigen zu bringen, welche ſchon lange bevor von dem Drucke des Buches die Rede war, nicht ſäumten deſſen Inhalt aus Gründen kirchlichen Glaubens zu verdächtigen, und wirklich blieb auch das Werk, alſo eingeführt, von Seiten der Geiſtlichkeit des 16ten Jahrhunderts unangefochten. Beſtätigt wurde durch C.'s Syſtem, was manche einſichtsvolle Natur-Beurtheiler der Vorzeit wie der neueren dem Copernicus näheren Zeit, aus Beobachtungen und allgemeinen Vernunftgründen abgeleitet hatten; denn außer Apollonius (S. 292) hatten auch Nicetas von Syrakus (vergl. Lib. II. Cicero. Quaest. Tuscul. u. oben S. 288) Ariſtarchos von Samos (280 Jahr vor Chr. Geb., wie Archimedes in deſſen Arenarium bemerkt) und in neuerer Zeit: Nicolaus von Cuſa (geb. 1401; geſt. 1464) in Deſſen De docta Ignor. L II. Cap. 11—12, wiewohl keinesweges mit erweiſender Klarheit, nicht nur die tägliche ſondern auch die jährliche Bewegung der Erde behauptet, und, gleich dem Copernicus, die Sonne als in Mitten der Erd- und übrigen Planeten-Bahnen, die Fixſterne

aber als außer dem Sonnen-Bereiche ruhend betrachtet. Wenn gleich anfänglich nur von den Einſichtsvollſten ſeiner Trefflichkeit nach erkannt, von den Uebrigen hingegen mehr als kühl aufgenommen, brach ſich dennoch die mit C.'s Syſtem ausgeſprochene neu erkannte Wahrheit bald darauf freiere Bahn; obgleich es jenem menſchlichen Hochmuthe, welcher die Erde und damit deren am meiſten vollendetes Kind, den Menſchen ſelbſt an die Spitze der Schöpfung ſtellte (indem er alle Welten der Erde dienen, und als in Mitten derſelben geſtellt von ihr beherrſcht erſcheinen ließ) den Stab brach*). Was aber das Syſtem des Copernicus nicht nur vor jeder älteren, ſondern auch vor der ſpäteren von Tyge Brahe verſuchten Weltenbewegungs-Anſicht entſchiedenen Vorzug ertheilte, waren deſſen Hauptſätze ſelbſt; ſie lauten: 1) die Erde ſchwingt täglich, in der Richtung von W nach O um ihre ſich immer gleich geſtellt bleibende Axe, und gewährt ſo die tägliche oſtweſtliche Scheinbewegung des Sternen-Himmels; die Richtung ihrer Axe macht dabei mit jeder auf die Ebene der Erdbahn ſenk- oder lothrechten Linie einen Winkel von 23½ Graden; 2) der Mond beſchreibt in ebenfalls weſtöſtlicher Richtung einen wenig excentriſchen Kreis um die Erde, ſo daß deſſen Mittelpunkt mit jenem der Erde nicht zuſammenfällt; der Halbmeſſer dieſes Kreiſes beträgt etwa 1/40, wenn jener der Erdbahn (ihre mittlere Entfernung vom Sonnenmittelpunkt) gleich 10 geſezt wird**); 3) die

*) In einer ähnlichen Vorausſetzung ſind auch noch jezt jene befangen, welche meinen: die Erde ſey ihrer ſichtbarlichen Unterordnung ungeachtet, nothwendig der erſte und vorzüglichſte Weltkörper — weil Chriſtus auf derſelben erſchienen! Wiſſen denn dieſe Meinenden was den übrigen Welten begegnet, und iſt es denn ein Zeichen hoher Vollendung, wenn es nöthig wird: daß ein göttlicher Vermittler erſcheine, um den Heils-Bedürftigen den Weg zum Heile d. i. zur Vollendung zu zeigen? Und ſind denn „in meines Vaters Hauſe nicht viele Wohnungen?"

**) Der täglichen Erdbewegung zu Folge ſehen wir den Mond, gleich allen übrigen Geſtirnen, täglich am öſtlichen Himmel auf- und, einen mehr oder weniger großen Bogen beſchreibend, am weſtlichen Himmel wieder untergehen; genauer beachtet zeigt ſich aber, daß ſein Aufgang mit jedem kommenden Tage um ungefähr 50 Minuten ſpäter eintritt, während er um nahe 13 Grade von W. nach O. unter den Fixſternen fortſchreitet, und daß ſeine wahre Bewegung mithin nicht von O. nach W., ſondern von Weſt gen Oſt gerichtet iſt. Der Zeitraum, welchen er nöthig hat: um mit beendetem Umlaufe, wieder zu dem Fixſterne zurückzukehren, bei welchem er beim Anfange des Umlaufes geſehen worden war, gibt den ſideriſchen Monat; da aber während Deſſen die Nachtgleichen und damit alle übrigen Punkte der Ekliptik ein wenig fortrücken, ſo begegnet der Mond dem vorigen Punkte der Ekliptik etwas früher wieder, und dieſer Umlauf, binnen welchem er die ganze Ekliptik durchläuft, heißt der periodiſche oder tropiſche, und die darauf verwendete Zeit, in Beziehung auf die Nachtgleichen, der tropiſche oder periodiſche Monat, der, aus dem angeführten Grunde, etwas (nämlich um faſt 7 Sekunden) kürzer iſt, als der ſideriſche; denn während dieſer 27 Tage 7 Stunden 43 Min. 11,5.. Sek., oder 27,32166 mittlere Sonnentage in ſich faßt, beträgt die Dauer des periodiſchen im Mittel nur 27 Tage 7 Stunden 43 Min. 5 Sek., oder 27,32158.. Tage. Von beiden Umlaufsdauern verſchieden iſt der ſynodiſche Monat; da nämlich mittlerer Weile die Sonne auf ihrer ſcheinbaren Bahn um eine beträchtliche Strecke fortge-

Erde ſelber iſt ein Planet, und **umläuft die Sonne**, während der Dauer eines Jahres, **in einem wenig excentriſchen Kreiſe** und erzeugt ſo die ſcheinbare **jährliche Bewegung der Sonne**; auf gleiche Weiſe wird die Sonne von allen übrigen Planeten, in wenig excentriſchen Bahnen umſchwungen, deren Halbmeſſer, mit jenem des der Sonne nächſten Planeten (mit dem des Merkur) beginnend und mit dem der Sonne fernſten (mit dem des Saturn) endend, faſt wie die Zahlen 4, 7, 10, 15, 52 und 95 wachſen; 4) **die Bahnen der Planeten ſind gegen einander unter nur wenige Grade betragenden**, ſich in dieſer ihrer Größe andauernd gleichförmig erhaltenden **Winkeln geneigt** und 5) liegen mithin nicht in einerlei Ebene, ſondern umſtellen die Sonne ſo, daß dieſe nie genau in dem Mittelpunkt auch nur eines dieſer ſog. Kreiſe erſcheint. Wie **Archimedes** und **Plutarch** berichten, behauptete **Ariſtarchos** von Samos, 280 Jahre vor Chr. Geb., die doppelte Bewegung der Erde, wurde aber deshalb von **Kleanthes**

ſchritten iſt, ſo hat der Mond mehr denn zwei Tage nöthig, um ſie wieder einzuholen, was die Dauer eines ſolchen von einem Neumonde zum anderen reichenden Monats bis zu 29 Tagen 12 St. 44 Min. 5 Sek. 10 Tertien, oder 29,53059.. Tagen ausdehnt. Drückt man die Dauer des Sonnenjahres (= T) und die des periodiſchen Monats (= t) in Sekunden aus, multiplicirt dann den einen Ausdruck mit dem andern, und dividirt das Produkt durch den Reſt, der verbleibt, wenn man die Sekundenzahl des periodiſchen Monats von jener des Sonnenjahres abzieht $\left(\frac{Tt}{T-t}\right)$ (dieſelbe Rechnungsregel oder Formel läßt ſich auch auf die Wiederkehr der **Zuſammenkünfte** — Mitſcheine oder Conjunctionen; oben S. 290 Anm. — zweier **Planeten** anwenden, indem man die Zeit des Schein-Umlaufes des einen derſelben gleich T, die des andern gleich t ſezt, und dann verfährt wie die Formel beſagt), ſo gibt der Quotient die Dauer des ſynodiſchen Monats in Sekunden an, die man dann durch weitere Diviſion mit 60 in Minuten, wiederum durch 60 in Stunden und endlich durch 24 in Tage verwandelt; will man aber die Dauer des ſynodiſchen Monats nur in Tagen und Tages-Decimalbruchtheilen ausgedrückt erhalten, ſo verfährt man kürzer auf gleiche Weiſe mit der Tages- und Tagesbruchtheilzahl des Sonnenjahres und mit jener des periodiſchen Monats. Keiner der beſchriebenen Mondes-Umläufe iſt an ſich gleichdauernd, es ſind daher, Behufs allgemeiner Beſtimmungen ihrer Dauer, nur mittlere Werthe möglich; wie denn auch die vorſtehenden Monatsdauern dieſe nur **im Mittel** angeben. — Seines geſchwinden Laufes wegen kommt der Mond mit jedem folgenden Tage in andere **Aſpecten** (oben S. 291 Anm.). Die Zeichen für dieſe ſind übrigens dieſelben, wie bei den Planeten; nämlich für den **Gedrittſchein** oder den **Längen**-Unterſchied gleich 120° △, für den **Geviertſchein** oder den Längen-Unterſchied gleich 90° □ und für den **Geſechſtſchein** oder den Längen-Unterſchied gleich 60° ⚹; wie man dergleichen Abkürzungen des Verhältniß-Ausdrucks durch dieſe Zeichen in Kalendern und aſtronomiſchen Zeitſchriften häufig benuzt findet. Beim **Monde** pflegt man dabei, ſeines ſteten Aſpectenwechſels wegen, deſſen **aſtronomiſches Zeichen** (☽) ganz wegzulaſſen, und das Aſpectenzeichen **allein** neben das aſtronomiſche Zeichen des Planeten zu ſetzen; z. B. □ ♃ heißt: **Jupiter** ſteht mit dem Monde im Geviertſchein. — Jene Zeit, welche verfließt, damit der Mond von ſeiner **Erdnähe** (Perigaeum) wieder zu derſelben, oder von ſeiner **Erdferne** (Apogaeum) wieder in dieſelbe gelangt, umfaßt 27 Tage 13 Stunden 18 Min. 35 Sec. und heißt der **anomaliſtiſche** Monat. Ueber den ſog. **Drachenmonat** ſ. S. 279 ff.

angeklagt: Etwas zur Sprache gebracht zu haben, was mit den Lehren des damals herrſchenden götzendienſtlichen Tempelthumes im Widerſpruche ſtehe *); anderthalb Tauſend Jahre darauf begegnete Aehnliches, von Seiten des damaligen Kirchengerichtes (der Inquiſition) dem Galilei, der, als rüſtiger Vertheidiger der Copernicaniſchen Weltordnung der Ketzerei angeklagt und lebensgefährlich bedroht, nach langer Haft ſich leider zwingen ließ: zum eidlichen Widerruf ſeiner auf die Bewegung der Erde bezüglichen Lehren. Schade, daß in Galilei's Perſon nicht die Stärke des Gemüthes der Größe des Forſchergeiſtes gleichkam **)! — In ſpäterer Zeit ſtrich

*) Weil mit ſolcher Bewegung der Erde deren Unterorduung gegen die Sonne ausgeſprochen war, was denn freilich der in jener Zeit, und ſpäterhin bis auf Copernicus, allgemein angenommenen oberherrlichen Stellung der Erde ſchnurſtraks entgegenlief. Denn in allen Mythen oder Naturvergötterungen, alter wie neuer Zeit, wurde als unumſtößlich wahr vorausgeſezt: daß der Himmel mit allen ſeinen Geſtirnen nur der Erde wegen da und nur ihr, dieſer Herrin des Ganzen, zu dienen beſtimmt ſey; und war doch aus dieſer hochmüthigen Vorausſetzung die in Aſien und Afrika, ſo wie zum Theil auch in der europäiſchen Türkei, noch heute zu Tage gepflegte Aſtrologie oder Sterndeuterei, und eben ſo auch die ältere, den Einfluß der Geſtirne auf die Aufſchließung (chemiſche Zerlegungs-Befähigung) der Metalle und deren Vermehrung durch mineraliſche Aſſimilation (Einverleibungs-Thätigkeit) als gewiß vorausſetzende Alchemie hervorgegangen! Vergl. oben S. 51. Nur bei den alten Indiern erhält dieſe Vorſtellung eine Abänderung, die es zweifelhaft läßt, ob die Erde des Himmels oder der Himmel der Erde wegen da iſt. Denn der ganze Weltraum gilt ihnen als Stätte zur Buße für alles Lebendige; den Pfad der Buße wandeln, den Erd-Gebornen zum Muſter, die in Geſtalt glänzender Sterne erſter Größe ſichtbaren Götter, und jener lichte, faſt in der Lage eines größten Kreiſes den ganzen Himmrl in einer zwar ungleichen Breite, jedoch aber im unterbrochenen Zuſammenhange umſpannenden Streifen, der gemeinhin die Milchſtraße genannt wird, er iſt die Straße der Siddha's oder der büßenden Heiligen. Als Sterne, minder glänzend wie die der Götter, wandeln am Himmel fürſtliche Weiſe und Seelen der im Kampfe um das Recht gefallenen Helden, durch ſtrenge Buße im eigenen Glanze leuchtend, ſo lange, wie das Maaß ihrer auf Erden errungenen Heiligkeit es zuläßt; iſt dieſes aber erſchöpft, ſo ſtürzen ſie, in Form der Sternſchnuppen, wieder zur Erde, um neuen Wandelungen und Prüfungen wiederum unterworfen zu werden. — Uebrigens ſtehen die zahlloſen die Milchſtraße bildenden Sterne (deren Herſchel, durch das etwa 15 Raum-Minuten faſſende Sehfeld eines Fernrohrs, an einer gewiſſen Stelle der Milchſtraße binnen 41 Minuten Zeit, einen dichten Sternhaufen hindurchgehen ſah, der, nach ohngefährer Schätzung aus wenigſtens 258981 Sternen beſtand) verglichen mit den übrigen nicht wirklich enger beiſammen, wie es das Anſehen hat, ſondern ſie ſchweben in den unergründlichen Tiefen des Himmels wahrſcheinlich in unermeßlichen Reihen und Schichten hinter einander und ſcheinen uns nur mehr gehäuft, weil wir ſie von der Seite oder der Fläche nach ſehen, wie in einem Walde die hinter einander ſtehenden Bäume mehr gedrängt, die uns zur Seite befindlichen mehr vereinzelt erſcheinen.

**) Weidler erzählt in ſeiner Hist. Astron. (S. 396) daß Galilei erſt durch einen Deutſchen, durch Moeßlin, den trefflichen Lehrer des großen Kepler, auf das Syſtem des Copernicus aufmerkſam gemacht worden, und zwar durch eine von M. in Italien gehaltene Rede; Moeßlin war früher zu Heidelberg, ſpäterhin zu Tübingen ein von ſeinen Schülern wie von ſeinen Mitlehrern ſehr geachteter Lehrer der Mathematik, gedenkt jedoch in ſeinem Epitome Astronomiae (Heidelberg 1582. 8.) nur der Weltordnung des Ptolemäos und mit keinem Worte jener des Copernicus. Sollte daher W.'s Sage Grund haben, ſo müßte jene Rede von M. nach

man jedoch zu Rom Galilei's und Anderer das G.'ſche Weltſyſtem betreffende Schriften aus dem Verzeichniß der verbotenen Bücher. Galilei ſtarb den 8. Januar 1642, oder alten Styls: den 29ſten Decbr. 1641; der Wiſſenſchaft zum Erſatz wurde ein Jahr darauf (zu Woolſthorpe, einem kleinen Dorfe in der Pfarrei Colſterworth, nahe eine deutſche Meile ſüdlich von der Stadt Grantham, in der Grafſchaft Lincolnſhire in England) den 25ſten Decbr. 1642 alten oder den 5. Jan. 1643 neuen Styls, geboren Iſaac Newton! δ) Tyge Brahe's hinterlaſſene Beobachtungen ſezten Kepler, der zu ihm nach Prag gegangen war, um ihm wiſſenſchaftliche Beihilfe anzubieten und um als Aſtronom von ihm zu lernen, in den Stand: jene Frage an die Bewegung der Planeten zu richten, welche ihn zur Entdeckung ſeiner berühmten drei Geſetze (oben S. 29 Anm. und S. 292) führten; er berechnete nämlich die hieher gehörigen aſtronomiſchen Beobachtungen ſeines großen Meiſters ſo lange, bis er zu jenen Geſetzen und damit zur Grundlage der ganzen phyſiſchen Aſtronomie gelangte. Tyge Brahe, geb. 1546, geſt. 1601, lebte nämlich, bevor er Kepler's Lehrer wurde, freigebig unterſtüzt von Friedrich II., Könige von Dänemark, auf dem ihm von dieſem den Wiſſenſchaften und insbeſondere der Aſtronomie ergebenen Fürſten geſchenkten Schloſſe Uranienburg (auf der im Sunde gelegenen Inſel Hveen), mußte es aber, und damit die dort von ihm errichtete und höchſt fleißig benuzte Sternwarte, verlaſſen unter dem jungen Nachfolger Friedrichs, unter Chriſtian IV., in Folge gegen ihn vorgebrachter Verläumdungen, wurde jedoch, in dem Augenblicke da er (außer jenem Beſitzthume auch ſeines Jahrgehaltes beraubt) bange und ſorgenvoll in die Zukunft blickte, durch einen Geiſtesverwandten des edlen Friedrich, durch Kaiſer Rudolph den II. nach Prag berufen, wo er dann, kaiſerlich unterſtüzt, noch drei Jahre lebte. Wer ſieht nicht in dieſer Wendung des von Tyge Brahe erlittenen Mißgeſchickes die Hand der Vorſehung, die den der Aſtronomie und Chemie mit höchſt entſchiedener Vorliebe ergebenen großherzigen deutſchen Kaiſer würdigt, der Aſtronomie einen Dienſt zu erweiſen, größer wie ihr bis dahin irgend einer geworden! Denn kam Tyge Brahe nicht nach Prag, und wurde er nicht in den Stand geſezt dort fortan zu leben, ſo wäre es dem armen Kepler unmöglich geworden, ſeine Beihilfe im Berechnen des Beobachteten, ſo wie im Beobachten, dem beobachtungsreichen B. anzubieten, und K.'s Geſetze wären vielleicht noch lange Zeit hindurch

dem Jahre 1582 gehalten worden ſein. — „Die Copernicaniſche Weltordnung laufe der Schrift zuwider und ſey daher verdammlich," ſo urtheilte Galilei's Richter; aber die hierauf etwa bezüglichen Stellen des alten Teſtamentes laſſen nur gezwungen eine dergleichen Auslegung zu (I. B. Moſe 1. Cap. 16—18, Joſua 10, 13, Pſalm 92, 1, Pſalm 103, 5, Rede Salomo 1, 5, Jeſaia 34, 8, Richter 5, 29, Esra 4, 38), ja im Hiob 38, 33 ff. wird mit klaren Worten auf die Unabhängigkeit des Himmels von der Erde hingewieſen. Auch findet ſich nichts dergleichen im neuen Teſtament.

unentdeckt geblieben. Es zeigt ſich in der That in dieſem Falle, wie in mehreren ähnlichen, unverkennbar: der „Gott in der Geſchichte", d. i. jene höhere Walte, welche — damit Großes werde und gedeihe, und wo ſolches bereits in der Entwicklung begriffen, damit es der Menſchheit gewonnen bleibe — die Ereigniſſe (gemeinhin von denen in ſolchen Zeiten lebenden Menſchen ungeahndet, unerkannt und unbegriffen) füget nnd leitet! Denn dem Newton mußte Kepler mit ſeinem großen Geiſtesfunde vorangehen, wenn jener durch die größte Entdeckung, die vielleicht je gemacht worden, wenn N. durch das von ihm erwieſene Geſetz der Schwere (oben S. 270) die Aſtronomie und einen Haupttheil der Phyſik wiſſenſchaftlich begründen ſollte *). (Siehe weiter unten.) Daß übrigens dieſes Geſetz unverändert bleibt, wenn auch ein und derſelbe Körper (z. B. ein Planet, oder ein Nebenplanet oder Satellit) durch den Widerſtand des Mittels (des Weltäthers; oben S. 30 Anm.) Verkürzungen ſeiner Umlaufsbahn und damit ſeiner Umlaufszeit erleidet, verſteht ſich von ſelber. Wie Seyffarth gezeigt hat, erhellet aus alten aſtronomiſchen Inſchriften und Ueberlieferungen, zumal aus dem im Jahr 1826 von ihm, unter denen auf der königl. Bücherſammlung zu Turin befindlichen Papyrus-Ueberreſte, aufgefundenen ſechsten ägyptiſchen Thierkreis: daß der Mond, wenigſtens ſeit 3664 Jahren — wo der Stand der Planeten bei der Geburt Amos II. beobachtet und auf jenem großen Monolithen (d. i. aus einem Steine beſtehenden Denkmale) welcher in der ſonſt Musée Charles X. genannten Sammlung zu Paris aufbewahrt wird — ſeine Umlaufszeit mehr und mehr verkürzt und wahrſcheinlich periodiſch **) der Erde näher kommt; wie ſolches auch, S. zufolge, durch die älteſten aſtronomiſchen Beobachtungen der Chineſen beſtätigt werde ***);

*) Schon Kepler, berückſichtigend daß die entfernteren Planeten ſich um die Sonne langſamer bewegen als die ihr näheren, folgerte: daß die auf die Planeten gerichtete Anziehungs-Wirkſamkeit (oder, wie er es nannte, der Magnetismus) der Sonne mit der Entfernung von ihnen ſich mindere, und er fügt die Vermuthung hinzu: daß dieſe Wirkſamkeit ſich verkehrt verhalte, wie der Abſtand des Planeten von der Sonne multiplicirt mit ſich ſelber, d. i. wie das Quadrat ſeiner Entfernung von der Sonne.

**) Aus dem Widerſtande des Aethers kann nur eine gleichförmige, nicht aber eine wechſeldauernde oder periodiſche Verkürzung der Mondbahn hervorgehen; nichts deſto weniger iſt jedoch eine dergleichen abwechſelnd ſtärkere und wiederum ſchwächere Kürzung dieſer Bahn möglich, wenn ſich erweiſen läßt, daß die Erde von Zeit zu Zeit an Maſſe gewinnt, der Mond dagegen in ſolchen Zeiten an Maſſe verliert. Ließe ſich beweiſen, was mehr als wahrſcheinlich iſt, daß die meiſten Meteorſteine nicht irdiſchen Urſprungs ſind, ſondern entweder fernen Weltkörper-Bruchſtücken und Raube eines zertrümmerten Planeten, oder vorhandenen, nach und nach zur Erde herabſtürzenden Erdkometen, oder gar dem Monde entſtammen, und daß dergleichen Steinfälle, zumal innerhalb der Nähe der Erdpole von Zeit zu Zeit äußerſt beträchtlich ſtatt haben, ſo wäre die (wie man annimmt: durch Mitwirkung der Planeten erfolgende) Wechſeldauer in der Annäherung des Mondes zur Erde begreiflich; vergl. oben S. 121.

***) Indeſſen kann man von dieſen älteſten Beobachtungen der Chineſen, ſchon der Bücher-

vergl. m. Arch. f. Chem. u. Meteorol. VII. 800 ff. Schmitz leitet eine gleiche Folgerung theils aus denen ſeit einer langen Reihe von Jahren ſtattgefundenen Aenderungen der Größen des Mond- und des Erdſchattens bei Sonnen- und Mondfinſterniſſen, theils aus denen am Monde von Zeit zu Zeit, jedoch bei gleichen Stellungsverhältniſſen deſſelben zur Erde, beobachteten Vergrößerungen ſeines ſcheinbaren Durchmeſſers ab; denn Ptolemäos habe dieſen Durchmeſſer 140 Jahre nach Chr. Geb., gleich 30′ 20″ gefunden (denn von genauen Meſſungen konnte hier ſo wenig, wie bei den älteren Beſtimmungen der Sonnenſcheiben-Scheingröße die Rede ſein; ſiehe oben S. 282), während ihn Vendelin und Riccioli im Jahr 1620 zu 30′ 52″, Caſſini ihn 1740 gleich 31′ 20″ und Herſchel ihn 1790 gleich 31′ 26″,5 fanden. Aehnliches, fügt Schmitz hinzu,

---

Verbrennung wegen (oben S. 283) nicht viel wiſſen. Eine einigermaßen wiſſenſchaftliche Sternkunde ſcheint überhaupt bei den Chineſen erſt ſeit dem dritten Jahrhundert v. Chr. Geb. begonnen zu haben, und zwar nach dem Vorbilde der indiſchen. Wie die Indier, ſo theilten auch die Chineſen, in dem erſten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung die durch 28 Sternbilder gelegte, von ihnen als kreisförmig erachtete Mondbahn in 365¼ Grade. Die Lehre von den Mondsknoten wurde erſt im ſiebenten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung durch Fremde nach China gebracht. — Die von dem Kreiſe nur wenig abweichende (nur wenig excentriſche) Bahn des Mondes um die Erde würde übrigens ſtets dieſelbe vollkommene Eilinie (Ellipſe) darſtellen, d. h. die Summe der Entfernungen jedes Punktes ihres Umfanges von zwei inneren feſten Punkten (von den Brennpunkten der Ellipſe, in deren einem die Erde oder vielmehr der Erdſchwerpunkt ſchwebt) würde, in Beziehung auf den Erdſchwerpunkt ſtets dieſelbe ſein, wenn der Mond nicht (in Folge der Abplattung der Erde und gemäß den Anziehungen der übrigen Weltkörper des Sonnenſyſtems, insbeſondere der Sonne ſelbſt und der unteren Planeten; ſ. m. Grundz. II. 139) fortdauernden Störungen ſeiner Bewegung (andauernden Veränderungen der Excentricität ſeiner Bahn) unterworfen erſchiene, denen gemäß ſowohl ſeine Neigung, als auch die Durchſchnittslinie ſeiner Bahn mit der Erdbahn oder die Lage ſeiner ſogenannten Knotenlinie ſich in ſolchem Maaße veränderlich zeigt, daß leztere in jedem Jahre am Himmel ohngefähr um 19° 20′ und zwar „der Ordnung der Zeichen (des Thierkreiſes) entgegen" fortrückt; ſo daß die in ſich ſelber zurückgehende Knotenlinie binnen faſt 19 Jahren an dem Himmel einen ganzen Umlauf beſchreibt, oder in vollen 19 Jahren durch 1 Grad mehr als den ganzen Kreis läuft. Es gibt dieſes die ſog. 19jährige Mondsperiode. Die Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik beträgt im Mittel ohngefähr 5° 9′8″, d. h. ſo groß iſt im Mittel der Winkel, den die Mondbahn mit der Erdbahn macht; ihre geringſte Winkelgröße beträgt 5°1′, ihre mächtigſte 5°17′; erſtere tritt ein: wenn die Sonne 90° von den Mondsknoten fernt, leztere: wenn ſie in der Gegend der Mondsknoten ſteht. Das Durchſchneiden beider Bahnen ſelbſt tritt hier, wie bei den Planeten, innerhalb des Umlaufes zweimal ein, einmal, indem der Mond (oder der Planet) ſich auf der einen Seite über die Erdbahn erhebt und ſo nördliche Breite gewinnt, was den ſog. aufſteigenden Knoten (☊) gibt, und dann, indem er (oder der Planet) in ſüdlicher Breite ſich unter ſie herabſenkt, was der niederſteigende Knoten (☋) genannt wird. In den Kalendern pflegt der erſtere dieſer Knoten der Drachenkopf, der leztere der Drachenſchwanz und die Zeitdauer vom erſteren bis wieder zu demſelben (gleich 27 Tagen 5 Stunden 6 Minuten 56 Sek.) der Drachenmonat genannt zu werden; vergl. oben S. 295 Anm. Aus dem ſideriſchen Umlaufe des Mondes (oben S. 294) folgt, daß dieſer Erdſatellit im Mittel täglich 13°10′35″ und in 1 Sekunde in ſeiner Erdferne 3,52 pariſer Fuß oder faſt ½ Bogenſekunde ſeiner Bahn zurücklegt.

zeigen auch die Trabanten der oberen Planeten *), wenn man die Geſchichte der Aſtronomie hinſichtlich der von Zeit zu Zeit ſtattgefundenen Beſtimmungen der Entfernungen dieſer Monde von ihrem Planeten befrage; beim Jupiter betrage hienach dieſe Annäherung im Durchſchnitt jährlich $^{1}/_{1000}$, in 200 Jahren $^{1}/_{10}$ der Entfernung ſelbſt. Die Abſtands-Minderung unſeres Mondes von der Erde ſchäzt S., da die Griechen ſeine Erdferne auf 72 Erdhalbmeſſer, d. i. auf 62000 Meilen beſtimmten, ſie jezt aber 51544 Meilen beträgt, binnen 1800 Jahren auf nicht weniger als 10456 Meilen. Daß es übrigens der Erde in Beziehung auf die Sonne nicht ähnlich ergeht, wie dem Monde hinſichtlich ſeines Annäherungs-Verhältniſſes zur Erde, dagegen ſcheint die Erde hauptſächlich durch ihre Axendrehung geſchüzt zu ſein; denn jeder an ſich frei bewegliche, um ſeine eigene Axe ſchwingende Körper ſchreitet zugleich im Raume fort (weil ein ruhender Körper nur dann zum Bewegen um ſich ſelber, d. i. zur Rotations- oder Umſchwungs-Bewegung gelangen kann, wenn die Richtung jener Bewegung — oder jener Kraft — welche ihn in Bewegung ſezt, bei ſeinem Schwerpunkte vorbeigeht; wie man an jedem Spielballe leicht erſehen kann, den man, in dem Augenblicke in welchem man ihn fallen läßt, herum ſchnellt) und gleiches gilt auch von den übrigen Planeten, ja von der Sonne ſelbſt in Beziehung auf eine etwa ſie aus ungeheurer Ferne her anziehenden Gegenſonne (mit der ſie muthmaßlich einen Doppelſtern darſtellt) oder auf eine vielen Sonnen zur Hauptſonne dienenden Centralſonne; ſ. m. Meteorol. II. 1. S. 56. Hieraus folgt aber noch nicht: daß die Erde ſich mehr und mehr von der Sonne entferne, wie Schmitz will, ſondern nur: daß ſie ſich ihr nicht nähere, und in ihrem anfänglichen Bahnenraum zu verbleiben vermöge. Bereits oben S. 80 wurde nachgewieſen: daß die Erde ſeit 3300 Jahren keine auffallende Abänderung ihrer Anwärmung durch die Sonne erlitten, was denn weiter folgern läßt: daß ſie ſich innerhalb dieſes Zeitraums von der Sonne nicht merklich entfernt habe. Man kann nun zwar hierauf erwiedern: daß die Erde, ihrer früheren eigenen höheren Temperatur gemäß, innerhalb dieſes

---

*) Galilei und Gaſſendi beſtimmten 1620 die Entfernung des einen der Jupiter's-Trabanten gleich 27½ Jupiters-Durchmeſſer, Newton fand ſie 1708 nur noch gleich 26,63 dieſes Durchmeſſers, Herſchel 1785 nur gleich 25,94, und die heutigen Aſtronomen ſchätzen ſie nur noch auf 25,30 deſſelben. Es ſah ferner Galilei im Jahr 1600 denſelben, d. i. den vom Hauptplaneten am weiteſten fernenden Jupiters-Trabanten, der ſpäterhin von nachbenannten Aſtronomen in dieſer Hinſicht bemeſſen wurde, ſeinen Umſchwung in 16 Tagen 18 Stunden, d. i. in 16,79 Tagen vollenden, während deſſen Umſchwungszeit im Jahr 1650 von dem älteren Caſſini zu 16,74, dann aber, 1776 von Bode zu 16,68, und im Jahr 1785 von Herſchel nur noch zu 16,63 Tagen beſtimmt wurde; ſo daß alſo binnen 185 Jahren die Zahl der Monate dieſes Trabanten in einem Jupiters-Jahre um 7 Monate vermehrt worden iſt, wie auch unſer Mond jezt in einem Erden-Jahre nicht 12 ſondern 12⅖ Monate gewährt. S. a. a. O.

Zeitraums um ſo mehr zur Anwärmung ihrer Außentheile beitragen mußte, je weniger dieſe hinfort von außen her (von der Sonne) angewärmt wurden, indeſſen müßte Aehnliches auch ſchon in der geſchichtlichen Zeit eingetreten ſein, da ja, S.'s Annahme nach, ſchon von jeher die Erde mit jedem kommenden Jahre eine mehr geweitete, größere Bahn um die Sonne beſchrieben hat, und mithin bleibt, wenn man S.'s Meinung als naturgemäß gelten läßt, jene Beſtändigkeit der Luft- und Boden-Temperatur, wie ſie die S. 80 erwähnten geſchichtlichen Verhältniſſe darthun, ſo gut wie unerklärlich, und im noch höheren Grade tritt dieſe Art von Unerklärlichkeit hervor, wenn man, den Angaben mehrerer älterer Schriftſteller gemäß, nicht nur keine Abnahme der Luft- und Boden-Temperatur, ſondern vielmehr, und namentlich auf der nördlichen Erdhälfte, eine Zunahme derſelben anzuerkennen ſich genöthigt ſieht *). Kennten wir eines der

*) Herodot z. B. bemerkt wiederholt: daß es im europäiſchen Scythien, um den Manotiſchen See (jezt Mare delle Zabacche), d. i. zwiſchen 44° bis 50° n. Br., acht Monate lang Winter und der ſog. Sommer ſehr kalt ſey. Aehnliches bemerken Jul. Cäſar, Virgil, Diodor von Sicilien, Ovid, Strabo, Pomponius Mela, Seneca, Petronius, Plinius, Statius, Herodian und Juſtinus von der unerträglichen Kälte Keltiens (das ebenfalls zwiſchen 44°—50° n. Br. zwiſchen Gallien (ein Theil Italiens, Frankreich und Belgien) und dem Pontus Euxinus (ſchwarze Meer) lag. Alle in dieſen Landſtrichen enthaltenen Meere, Seen und Flüſſe waren, darin ſtimmen jene Schriftſteller überein, den Winter hindurch zugefroren; die Heere der Barbaren, Scythen (Nordweſt-Aſiaten und Nordoſt-Europäer) und Sarmaten (deren Wohnſitze ſich vom Donn bis an die Weichſel und Karpathen ausdehnten) gehen um dieſe Zeit mit allen ihren Pferden, Wagen und Gepäck über das Eis (indem ſie, fügt Diodor hinzu, um das Ausgleiten zu verhindern Stroh vor ſich hinſtreuen) um die mittäglichen Länder zu plündern. Daſſelbe bezeugen, außer mehreren der genannten Geſchicht-Beſchreiber, von den Flüſſen und Seen Pannoniens (zwiſchen Ungarn und Weſt-Illyrien) Germaniens (Deutſchland bis an den Rhein) und Galliens, Plinius der jüngere, Florus, Ammianus Marcellinus, Fernandez der Gothe und Xiphilinus (der des Dio Caſſius Geſchicht-Werk im Auszuge wieder gab). Herodot — der Vater der Geſchichte, der bekanntlich nicht ſowohl fremden Ausſagen, ſondern vielmehr ſeinen eigenen Augen traute und hiezu, auf ſeinen großen Reiſen Gelegenheit in Fülle erhielt — ſezt hinzu: daß die Scythen auf ſolchem Wintereiſe die Länder bis nach Indien durchſtreichen, und Strabo erzählt vom Neoptolem (dem General oder Heertheils-Führer des Mithridates) daß er die Barbaren im Winter an einer Stelle geſchlagen habe, wo er ihnen im Sommer ein Seetreffen lieferte. Plutarch ſagt, in ſeiner Abhandlung von den Flüſſen, daß der Thermodon, ein Fluß in Scythien (oder vielmehr in der Gegend am ſchwarzen Meere), ſelbſt im Sommer gefriere, und daß der Druck äußerſt dicken Eiſes die eingefrornen Schiffe nicht ſelten zerdrücke, wie ſolches auch römiſchen Schiffen in der Donau begegnet ſey. Eben ſo ſtimmen jene Schriftſteller auch darin überein, daß die genannten Länder zur Winterszeit mit ungeheuren Schneemaſſen belaſtet erſchienen, und von Thracien (zwiſchen Macedonien, dem Balkan, dem ägäiſchen Meer, der Straße der Dardanellen, und dem Thraciſchen Bosphorus), ſo wie von den Ländern an beiden Seiten der Donau ſagt Virgil aus: daß dort ein beſtändiger Winter ſey und der Schnee bis ſieben Ellen hoch falle. — So ungeheure Schneemaſſen mußten im Frühlinge (oder vielmehr im Sommer; denn es gab für dieſe Länder nur zwei Jahreszeiten, eine ſehr kalte und eine warme) entſprechend große Ueberſchwemmungen und Thal-Auswaſchungen zur Folge haben; es gibt aber jezt in dieſen Ländern faſt kein Fluß-,

beachtenswertheſten Verhältniſſe der Erde, das ihrer Wärmebindung zu ihrer Fühlwärme genau, wie wir es jezt nur von einzelnen zu ihrer

---

ja ſelbſt kein Bach=Thal, das nicht weit mehr ausgeweitet erſcheint, als je, auch die größten Ueberſchwemmungen, das Waſſer austreten laſſen. — Von dem Schnee um Tomi (Stadt am ſchwarzen Meer in Möſien, 44°,5 n. Br.) behauptet Ovid; daß der Schnee dort öfters zwei Jahre lang liegen bleibe, ohne von der Sonne oder dem Regen hinweggeſchmolzen zu werden. Während es den Winter hindurch in Keltien unaufhörlich ſchneiet, bemerkt Herodot, regne es dort den Sommer hindurch faſt ununterbrochen, ſey der Himmel ſtets mit Wolken bedeckt und gehören Sommer=Gewitter zu den Seltenheiten; Winter=Gewitter galten für eine Art Wunder, die Erdbeben hielten jedoch die gewöhnliche Jahreszeit inne (alſo war deren Erſcheinen ehemals geregelt und — wie es ſcheint — an die Zeit unmittelbar nach der Schmelzung des Schnee's geknüpft?). Auch darin ſtimmen die Alten überein, daß die Gewalt der damals häufigen Stürme faſt alle Vorſtellung überſteige. Um den Boden in fruchttragenden Grund zu wandeln, dünge man ihn (wie Tacitus und Varro berichten) mit Mergel oder Kalk, was ihn trockne und wärme. In Ländern, wo ſolches geſchehe, gedeihe Getreide ſehr wohl; Oel= und Obſtbäume zu erzielen geſtatte aber, ſo drücken ſich darüber faſt alle zuvor genannten Berichtner aus, weder in Gallien, noch in Germanien, Pannonien, Thracien, Möſien (Bulgarien und Servien) und Dacien (Wallachei und Moldau, ſammt einem Theil Siebenbürgens): die Strenge des Klima's nicht, und Weinbau ſey nur dadurch möglich, daß man die Reben vor Winters Anfang eingrabe oder, ſtatt deſſen, mit Miſt bedecke. Steinſalz kenne man in dieſen Landen nicht, und Meerſalz zu bereiten: dazu ſeyen ſie nicht warm genug; man ſalze daher die Speiſen mit der Aſche gewiſſer Holzarten, die man noch glühend mit Soole (Salzquellen=Waſſer) tränke. Herodot, Strabo und Tacitus bemerken, daß ſowohl im europäiſchen Scythien, als in Keltien, in Folge der Klima=Strenge, das Rindvieh keine oder doch nur ſehr kleine Hörner habe, und Pauſanias behauptet ausdrücklich: daß es in dem damaligen Thracien weiße Bären und wilde Schweine gebe. Herodot bezeugt, daß jenſeits des Landes der Melanchlenen (ein ſeiner ſchwarzen Haare wegen alſo benanntes, zum Sarmatiſchen Volksſtamme gehöriges Volk) nordwärts von demſelben: es nur Seen, Sümpfe und unbewohnte Länder gebe; Ovid: daß jenſeits des Bosphorus Cimmerius (das Caspiſee), Tanais (Donn) und der Scythiſchen Moräſte das Land der Kälte wegen unbewohnbar ſey, und Strabo wiederholt: daß alle Länder nordwärts von jenen Völkerſchaften, welche an den Ufern des Tanais und Boryſthenes (Dnieper; d. i. über 55° n. Br. hinaus) wohnen, der ſtrengen Kälte wegen unbewohnbar ſeyen; man hielt alſo zur Zeit des Strabo (d. i. in dem Jahrhundert des Auguſtus) die Hälfte von Rußland, einen großen Theil von Schweden, faſt ganz Norwegen ꝛc. für unbewohnbar: der Kälte wegen. Eben ſo gedenken jene Schriftſteller der jeweiligen Winterſtrenge, die Italien, Griechenland, Kleinaſien ꝛc. zu Zeiten heimſuche, und der hinreichendes Meteorwaſſer vorausſetzenden großen Fruchtbarkeit des ehemaligen Aſſyrien, Chaldea, Paläſtina, des römiſchen Afrika und Spanien, wo jezt Bodendürre an der Tagesordnung ſind. Dieſe und ähnliche Thatſachen, wie ſie S. 82—111 der Historia et commentationes academiae electoralis sient. et elegent. literarum Theodoro-Palatinae. Vol. VI. physicum. Manhemii 1790. 4. von dem Abbé Mann ſich zuſammengeſtellt finden (vergl. auch Gren's Journ. d. Phyſ. II. 231—44), in Verbindung mit denen oben S. 80 ff. beigebrachten, weiſen jedenfalls eher auf eine ſeit dritthalbtauſend Jahren mehr und mehr geſteigerte Milderung des Klima's der nördlichen Erde, und damit auf ſeit der Zeit vermehrte Anwärmung der nördlichen Erde, als auf das Gegentheil hin, welches leztere doch unfehlbar erfolgt ſein müßte, wenn die Erde ſich von der Sonne ſeit der Erfindung der Fernröhre um ganze 17 Millionen Meilen entfernt hätte (was übrigens, da, dieſe 17 Millionen in Abzug gebracht, für die Zeit vor der genannten Erfindung nur noch 4 Millionen Sonnen=Abſtand übrig laſſen — denn die Erde fernt von der Sonne gegen 21 Millionen Meilen — und da ſeit dieſer Erfindung

Oberfläche gehörigen Theilen, zur Luft, zum Waſſer und zu den einzelnen Stoffen und Stoffverbindungen ihrer ſog. Rinde zu beſtimmen vermögen, ſo würden wir auch mit größerer Sicherheit auf vergangene Beſchaffenheiten der Erde ſchließen können.

aa) Man nennt jenes Verhältniß der *Wärme-Bindung* (einer Materie oder) *eines Körpers zu ſeiner Erwärmbarkeit* und daraus entſpringenden Fühlwärme oder Temperatur, deſſen *Faſſungsvermögen* oder *Capacität für die Wärme* und ſezt demnach in jeder hinſichtlich dieſes Faſſungsvermögens von den übrigen Dingen abweichenden Materie, bei gleichen Temperaturen beiderlei Materien, eine ihr eigenthümliche Menge gebundener Wärme, oder ein beſtimmtes Maaß von *Eigenwärme* (oder comparativer oder *ſpecifiſcher Wärme*) voraus, zu deren Größen-Nachweiſung die im *Waſſer* von gegebener Temperatur vorhandene Menge *Eigen-*

---

noch nicht dritthalbhundert Jahre verfloſſen ſind, zu der die ganze Annahme widerlegenden Folgerung führt: die Erde habe die vorhergehenden 4 Millionen Abſtand im 15ten Jahrhundert zu Stande gebracht, während ſie zuvor der *unmittelbaren* Sonnennähe ſich erfreuete). Indeſſen gibt es auch noch andere frühere Zeugniſſe, die darauf hinweiſen: daß vor jener Kälte der höchſte Norden von Aſien, Europa und Amerika eine Erwärmung theilte: groß genug um *Futter* für die *Rieſenthiere der Vorzeit*, die wir jezt zum Theil im Eiſe begraben finden, darzubieten, ja vielleicht ſelbſt hinreichend: um die Auswanderung von 9—10 Stämmen des iſraelitiſchen Volkes, durch Nordaſien nach Amerika zu begünſtigen, wie ich ſolches im IX. B. m. Archivs für Chem. u. Meteorologie, S. 121—133 nachzuweiſen mich bemühet habe, wo ich als Urſache der ſpäter eingetretenen Kälte hauptſächlich die annoch fortſchreitenden, früherhin zum Theil ungeheuren Ablöſungen des Nord-Polarkreiſes berückſichtige. Wahrſcheinlich fällt aber vor dieſer ſolche Eisablöſung bedingenden nördlichen großen inneren Erdwärme eine lange Zeitdauer: noch weit größerer innerer Erdwärme, die, in Verbindung mit der ehemaligen größeren Dichte der Erdatmoſphäre, zur urzeitlichen Bewohnung der nördlichen Erde durch rieſenförmige baumartige Gräſer und Farnkräuter (deren Leiber jezt zum Theil noch, jedoch als Steinkohlenlager) weſentlich *beitrug* (oben S. 177) und der gleichzeitig im Süden der Erde eine zunehmende innere Erd-Abkühlung gleichen Schritt hielt (oben S. 179), während vielleicht in ſpäteren Zeiten dieſes polariſche Wärme-Verhältniß der Erde ſich wieder umkehrt. Verſchweigen darf man ſich jedoch nicht: daß Wärme allein kein Landpflanzenthum bedingt, und daß zur Entwicklung coloſſaler baumartiger Gewächſe auch ſenkrecht oder wenig ſchief einfallendes, mit der Finſterniß oft und regelmäßig wechſelndes *Licht* erfordert wird; eine Bedingung, die in den Polargegenden, da man nicht annehmen kann: daß die Schiefe der Ekliptik jemals gleich 0 war, zu allen Zeiten unerfüllt bleiben mußte. Es muß daher in der Urzeit in den Polargegenden ein Wirkendes gegeben geweſen ſein, welches das Licht zu erſetzen vermochte und das zwar jezt auch noch vorhanden, aber bei jezt ſtattfindender geringer Wärme in ſeinen Erfolgen auf pflanzliches Leben nur noch auf die Pflanzen des nördlichen Oceans ſich beſchränkt ſieht; woraus *dieſes Wirkende* beſtanden habe? Wir wiſſen es nicht, vermuthen darf man aber: daß es die, durch vulkaniſche und magnetiſche Thätigkeit der Erde damals vorzugsweiſe begünſtigte *Elektricität* der Polargegenden war, welche mit ihren Zerſetzungen der Carbonſäure (Kohlenſäure) und des Waſſers innerhalb der Pflanzenleiber, denen ſie theils durch den Boden leitend zugeführt worden, theils von Seiten der Luft entgegen geboten wurde, für dieſe Leiber zum größeren Theil vollzog, was das weniger ſchief und mit der (der Keimung günſtigen) Nacht oft wechſelnde Sonnenlicht überall leiſtet, wo Pflanzen keimen und wachſen; oben S. 180—182.

wärme, oder des Waſſers Faſſungsvermögen für die Wärme zur vergleichenden Einheit annimmt, oder, was daſſelbe ſagen will, gleich 1 (oder gleich 10, oder gleich 100, oder 1000 ꝛc.) gelten läßt. Joh. Karl Wilke und Adair Crawford haben ſich um die Entdeckung dieſes Verhältniſſes entſchiedenes Verdienſt erworben; erſterer wollte jedoch nur das ſpecifiſche Wärme genannt wiſſen, was man erhält, wenn man die in dieſer Hinſicht zu beſtimmenden Materien in gleichen Gewichtsmengen in den Verſuch nimmt, während, Falls dieſelben hiebei in gleichen Maaßgrößen (Volumen) dem Verſuche unterworfen werden, er das Verhältniß durch (Beziehungs- oder Verhältnißwärme oder) relative Wärme ausgedrückt wiſſen wollte; beſchäftigt hatten ſich jedoch um jene Zeit und ſelbſt ſchon mit hieher gehörigen Verſuchen Black und Irvine, die Ergebniſſe dieſer Verſuche wurden aber erſt durch Crawford bekannt. Vergl. oben S. 86, 91—93, 165 ff. und 185. Je zwei Materien, welche, um von gleichen niederen Temperaturen zu gleichen höheren erhoben zu werden, ungleiche Anwärmungen (ungleiche Wärme-Mengen) bedürfen, oder, was daſſelbe bedeutet, die bei gleichen Temperaturen durch gleich große Wärme-Zuſätze fühlbar ungleich warm werden, beſitzen eine ſolcher Ungleichheit entſprechende ungleich große Wärmefaſſung, und mithin auch eine entſprechend ungleich große Eigenwärme. Erkennen läßt ſich dieſe Ungleichheit am leichteſten, wenn man beide Materien auf gleiche Mengen einer dritten Materie wirken läßt; brächten beide erſteren Materien zu dieſer dritten gleich große Wärme-Mengen mit, ſo würden ſie auch deren Fühlwärme um gleich viel ſteigern; ſo aber, da ſie ungleiche Wärme-Mengen der dritten Materie zuführen, ſo können ſie deren Temperaturen auch nur in ungleichen Verhältniſſen erhöhen, oder, wenn beide erſtere Materien kälter als die dritte waren, ſie in ungleichem Grade kälter machen; wie ſolches folgende Beiſpiele erläutern mögen. Stellt man zwei Hohlgefäße von gleicher Beſchaffenheit (z. B. zwei oben offene Trinkgläſer von gleicher Glasſorte, gleicher Höhe, Dicke, Hohlraumgröße ꝛc.) auf eine gleichgeartete Unterfläche, z. B. auf einem und demſelben Tiſch, in gleichgeartete Umgebung (z. B. in dieſelbe ruhige Zimmerluft von einer an beiden Gefäßorten gleichen Temperatur), trägt in jedes derſelben 1 Pfund eiskaltes, d. i. 0° C. warmes Waſſer, gießt dann zu dem Waſſer des einen Gefäßes 1 Pfund ſiedendes Waſſer, zu jenem des andern 1 Pfund Merkur von der Temperatur des ſiedenden Waſſers (alſo von 100° C.), ſo wird das ſiedende Waſſer die Temperatur des eiskalten nahe bis zu 50°, das Merkur hingegen nur bis zu 3° C. erhöhen *). Nun hatte aber das ſiedende Waſſer, um die ihm

*) Durchaus genau nicht, wie ſchon de Luc fand, weil, wie wir weiter unten ſehen werden, mit der wachſenden Temperatur auch die Wärmefaſſung ſich etwas ändert, was jedoch erſt bei höheren Temperaturen, und namentlich bei ſolchen, welche

gleiche Menge eiskalten Waſſers bis zu 50° C. zu erheben; an daſſelbe nur 50° ſeiner fühlbaren Wärme abgegeben (indem es ſelber 50° C. heiß verblieben) und dieſe 50° C. hatten die Fühlwärme des eiskalten Waſſers um ebenſoviel Grade erhöhet, während die 100° C. des heißen Merkur ſich für dieſes Metall um ganze 97° C. Fühlwärme minderten, dieſe 97° C. aber die Fühlwärme des eiskalten Waſſers nur um 3° ſteigerten; es beſizt alſo das Waſſer ein weit größeres Wärmedämpfungs-Vermögen, wie das Merkur (und zwar iſt dieſem Verſuche gemäß die Wärme-Dämpfung des Waſſers gleich 32 ⅓, wenn jene des Mercur gleich 1) und umgekehrt ein in demſelben Verhältniß ſchwächeres Vermögen durch Anwärmung fühlwarm zu werden, als dieſes beim Merkur der Fall iſt *), mithin verhält ſich das Vermögen der Materien durch Anwärmung fühlwarm zu werden, oder ihre Fühlwärme, umgekehrt: wie ihre Wärme-Dämpfung, oder, wie man gewöhnlich zu ſagen pflegt, wie ihre Capacitäten für die Wärme. Da nun dieſes Geſetz bei allen Arten von Materie nachweisbar erſcheint, ſo iſt es als ein allgemeines Naturgeſetz zu betrachten: und ebenſo mithin auch, was ſich aus demſelben unmittelbar ergiebt. Es folgt aber daraus: 1) daß gleiche Maſſen ungleicher Materien, oder: gleiche Gewichtsmengen ungleich gearteter Stoffe, verſchiedene Wärme-Mengen (verſchiedene Anwärmungs-Größen)

Zuſtands-Aenderung der Materien im Gefolge haben, ſo beträchtlich wird, daß man ohne merklich zu fehlen, es nicht überſehen und mithin bei dergleichen geſteigerten Temperaturen nicht annehmen darf: das Verhältniß der Eigenwärme der Materien ſey zwiſchen gleichen Temperatur-Abſtänden ſtets gleich, möge dieſe nun höheren oder niederen Temperatur-Stufen angehören; d. h. die Fühlwärme oder Wärmemenge, die erfordert wird um die Materie, z. B. um das Waſſer, von 0° C. zu 10° C. anzuwärmen, ſey nicht kleiner als jene, welche das Waſſer heiſcht um von 40° zu 50°, oder von 90° zu 100° fühlbar wärmer zu werden, und ebenſo jene, welche z. B. das Merkur von 0° C. zu 1° C. anwärmt, ſey eben ſo groß, als jene, durch welche es von 99° C. bis zu 100° C. an Fühlwärme gewinnt. Indeſſen ſind die Ausgleichungs-Temperaturen zwiſchen tropfbarem Waſſer von niederer und ſolchem von höherer Temperatur, wenn leztere den Siedepunkt nur noch nicht vollkommen erreicht hat, in ſolchem Grade nahe der nach der Vorausſetzung jener Anwärmungs-Gleichheit berechneten mittleren Temperatur, daß die wirklich ſtattfindende Abweichuug von dieſem Berechnungs-Ergebniß als eine verſchwindende Größe betrachtet werden darf. Vergl. oben S. 80, 186 ff.

*) Aendert man obiges Verfahren dahin ab, daß man ſtatt gleicher Gewichte der im Berührungs-Wärmeaustauſch zu verſetzenden Materien, gleiche Raumumfänge oder Maaße (Volumina) derſelben in den Verſuch nimmt, ſo pflegt man die hieraus erwachſende, einer Berechnungs-Berichtigung (Correction) durch die Dichte der Materien bedürftige, Eigenwärme-Beſtimmung die relative Wärme zu nennen. Manche machen aber auch zwiſchen eigenthümlicher und relativer, d. i. verhältnißmäßig bedingter Wärme keinen Unterſchied, obgleich das Relative dem Abſoluten und mithin die relative Wärme der abſoluten, oder der Wärmegehalts-Größe: an ſich und unbedingt, entgegengeſezt iſt. Beſtimmung des abſoluten Wärme-Gehalts einer Materie iſt aber darum unmöglich: weil das abſolute Null der Fühlwärme nicht gefunden werden kann, wie ſehr auch die ausgezeichneten Phyſiker es zu finden bemüht geweſen ſind; m. Grundzüge II. 293.

fordern, um bis zu ein und derſelben Temperatur (oder: um bis zu einem und demſelben Fühlwärme-Grad) erwärmt zu werden; 2) daß gleiche Wärmemengen ungleiche Materien nur dann zur gleichen Fühlwärme erheben, wenn die Gewichte der Materien ſich umgekehrt verhalten, wie ihre Wärmedämpfungs-Vermögen oder Wärmecapacitäten; oder, da die von einer Materie gedämpfte Wärme betrachtet werden kann: als eine von der Materie aufgenommene (oben S. 86 und 93), mithin derſelben eigen gewordene Wärme — wie die (in Zahlen ausdrückbaren) Größen ihrer Eigenwärme (oder, ihrer comparativ eigenthümlichen oder ſpecifiſchen Wärme) Um 33 Pfund Merkur einen Grad Fühlwärme zu ertheilen, wird alſo dieſelbe Anwärmungs-Größe oder Wärme-Menge erfordert werden, als nöthig iſt, um 1 Pfund Waſſer um 1° fühlwarm zu machen. Da jenes Wirkende, was die Wärme dämpft in gegen dieſelbe gerichteten Anziehungen beſteht (oben S. 202 ff.), und dieſe, ſo verſchieden ſie auch ihren Urſachen und anderweiten Wirkungen nach ſein mögen, doch darin übereinkommen: daß ſie die Wirkung gegen die Wärme miteinander gemein haben, ſo wird 3) die Größe der Eigenwärme jeder Materie auch einen Maaßſtab darbieten: für die Größe der Summe der in jeder Materie wirkſamen Anziehungskräfte, und damit: für die Haupteigenſchaften und daraus erwachſenden Verſchiedenartigkeiten jeglicher Art von Materie; Gründe genug, um die Beſtimmung der Eigenwärme der Materien aller Art mit möglichſt größter Genauigkeit zu vollziehen. Was aber ſolche Genauigkeit ſehr erſchwert, iſt theils die Abhängigkeit jeder Materie von denen „während der Eigenwärme-Beſtimmung“ veränderlichen Anwärmungen durch die Umgebungen der Materie; theils die Abhängigkeit der Eigenwärme-Größe ſelbſt von der Temperatur der Materie; denn, ſofern die Materien durch Anwärmung ausgedehnt werden, vermehrt ſich auch ihre Wärme-Faſſungsfähigkeit (vergl. m. Grundz. II. 317), und mithin ihre Eigenwärme, und jene Wärme des Mittels (Mediums) welche auf die Materie ausdehnend wirkt, übt dieſe Wirkung nur aus: weil ſie und inſoweit ſie von Anziehungen der Materie getroffen und hiemit gedämpft wird; theils auch das Unvermögen verſchiedener Materien (z. B. der ſtarren) ſich mit anderen (z. B. mit Flüſſigkeiten) in hinreichend innige Berührung verſetzen zu laſſen, und endlich die, nach obigem Verfahren ſtets unvermeidliche, Theilnahme der Gefäße an den Entwärmungen, oder Falls deren Fühlwärme jene der durch Mengung oder durch phyſiſche Miſchung in Wärme-Austauſch zu verſetzenden Materien übertrifft, an den Anwärmungen. Dieſe der genauen Eigenwärme-Beſtimmung widrigen Umſtände haben ſchon vor längerer Zeit die Phyſiker veranlaßt, ſich ſtatt des beſchriebenen folgender Verfahren zu bedienen: a) Beſtimmung der Eigenwärme mittelſt der Eisſchmelzung im Wärmegrößen-Meſſer oder Eis-Calorimeter.

Da ſich Eis wohl unter 0° C. tiefer kälten, hingegen nicht anwärmen läßt ohne zu ſchmelzen (oben S. 54 ff., 190) da ferner auch das bereits zu tropfbarem Waſſer geſchmolzene Eis nicht über 0° C. angewärmt werden kann, ſo lange noch irgend etwas Eis zugegen iſt, und da man endlich jene Wärmegröße (Wärmemenge) kennt, welche ein gegebenes Gewicht Eis heiſcht um eiskaltes Waſſer zu ſchmelzen, ſo darf man nur die Einrichtung ſo treffen: daß, um die Eigenwärmen der verſchiedenen, zuvor bis zu gleicher Temperatur angewärmten Materien zu beſtimmen, gleiche Gewichte derſelben, in getrennten Verſuchen, dergeſtalt zwiſchen Eis gebracht werden, daß das ſolche Materien faſſende Gefäß einen Eisbehälter umfaßt, während es ſelber von einem dergleichen Behälter umgeben iſt, und daß jene Eis-Menge, welche die in das Gefäß gebrachte, ihrer Eigenwärme nach zu beſtimmende Materie anwärmend ſchmilzt, durch einen gemeinſchaftlichen, eiskalten Trichter geſammelt und gewogen werden kann*); da nun die anwärmende Materie nur ſo lange Eis ſchmilzt, bis ſie ſelber 0° C. erreicht hat, und da die Menge des geſchmolzenen Eiſes mit der dem Eiſe von Seiten der Materie zu Theil gewordenen Wärme in beſtimmtem Verhältniß ſteht, ſo läßt ſich aus dieſer Menge (da 1 Pfund Waſſer von 75° C. gerade ein Pfund Eis ſchmilzt und mit demſelben 2 Pfund Waſſer von 0° C. darſtellt), die von der Materie an das Eis im Calorimeter übergangene Wärme meſſen, und mithin auch das Verhältniß derſelben zu der urſprünglichen Temperatur jener Materie berechnen; b) Beſtimmung der Eigenwärme durch Abkühlung; vergleiche oben S. 91—94. Johann Tobias Mayer hat dieſes Verfahren zuerſt in Anwendung gebracht und dargethan, daß es unter allen damals bekannten das vorzüglichſte ſey; Deſſen: die Geſetze und Modificationen des Wärmeſtoffes. Erlangen 1796. §. 140 ff. Zu meiden iſt hiebei jede Abänderung der Abkühlung durch theilweiſe entwärmende Luftſtrömungen und zu ſichern iſt Gleichheit der Wärme-Entſtralung für alle ſolchen Verſuchen unterworfene verſchiedene Materien; beides ſuchten Dulong und Petit (S. 92) dadurch zu erreichen: daß ſie die bis zu gleicher Temperatur erwärmten Materien nach einander in eine und dieſelbe ſilberne Hohlkugel einſchloſſen, die Abkühlung dieſes Behälters im ſog. leeren, Zuführung von Auſſen-Wärme verhütenden Raume vor ſich gehen, und dieſe Abkühlung bis zu ein und demſelben Temperatur-Grade des in die Kugel tauchenden Thermometers fortſchreiten ließen; ſo daß dann alſo bei den verſchiedenen Materien ſich wirklich die Zeiten ihrer

*) Auch reicht ſchon ein Stück ausgehöhlten Eiſes hiezu hin, wenn man es in der Mitte aushöhlt, die zu beſtimmende Materie hineinlegt und mit einem gleichgearteten Deckel die Höhlung ſchließt. Beim Schmelzen des Eiſes erfolgt übrigens, wie bei jedem Uebergange aus dem leichter beweglichen in den minder beweglichen Zuſtand (oben S. 163—164) eigentliche ſogenannte Wärme-Bindung oder Latent-Machung der Wärme und nicht bloße Dämpfung derſelben.

Erkaltung ſich verhalten mußten: wie ihre Eigenwärmen; c) Beſtimmung der Eigenwärme durch Anwärmung. Bei der Beſtimmung der Eigenwärme von Mineralwaſſern bediente ich mich theils der Vermiſchung des Mineral-Waſſers mit deſtillirtem Waſſer von ungleicher Temperatur (oben S. 304) theils der Abkühlung, theils eines von mir für dieſe Verſuche eigens gewählten lezteren Verfahrens, indem ich die nach einander in dieſelbe gläſerne Hohlkugel ſammt Thermometer gebrachten Wäſſer, mittelſt dieſer Kugel in ſiedendes Waſſer bis zu in allen Verſuchen gleicher Tiefe tauchte und die Zeit maaß, innerhalb welcher das in Beziehung auf ſeine Eigenwärme fragliche Waſſer bis zu gewiſſen Temperatur-Graden angewärmt erſchien; vergl. m. Arch. f. d. ges. Naturl. XIII. 452, XIV. 66 und XVIII. 489 ff. Es verſteht ſich von ſelber, daß „ſehr gasreiche" Waſſer in dieſer Weiſe, rückſichtlich ihrer Eigenwärme-Größe eben ſo wenig in den Verſuch genommen werden können, wie die Dünſte. Leztere, ſo wie die Gaſe, bieten in dieſer Hinſicht überhaupt ungewöhnliche Schwierigkeiten dar; da leztere nemlich, verglichen mit den tropfbaren und ſtarren Weſen, ihrer geringen Dichte gemäß wenig wägbare Materie enthalten, ſo werden ſie auch (Falls ſie dabei Gaſe zu ſein nicht aufhören) nur geringe Wärme-Entwickelungen oder Dämpfungen gewähren können, wenn man ſie eines oder das andere zu leiſten veranlaßt. Aus dieſem Grunde kann man, um die Größe ihrer Eigenwärme zu ermitteln, weder das Verfahren der phyſiſchen Miſchung (oben S. 22, 36, 37 und 94 Anm. *), noch jenes der Zeitmeſſung ihrer Abkühlungs- oder Anwärmungs-Dauer, noch das der Eis-Schmelzung (mittelſt des erwähnten, von Lavoiſier und Laplace erfundenen Eis-Calorimeter's **) bei ihnen in Anwendung bringen, ſondern man muß

*) Bei chemiſchen Verbindungen treten in der Regel ungewöhnliche Verdichtungen (Zuſammenziehungen), ſeltener dergleichen Verdünnungen (Ausdehnungen) ein, und noch ſeltener entſpricht die Dichte des gewordenen chemiſchen Gemiſches der berechneten mittleren Dichte (oben S. 43 ff.). Auch iſt, zumal im erſteren Falle, die beim chemiſchen Miſchen entwickelte Wärme größer, und nicht ſelten weit größer, als ſie der dabei ſtattfindenden Verdichtung gemäß ſein ſollte. Aus dieſen Gründen darf man die Eigenwärme zweier Materien, welche wechſelſeitig chemiſch aufeinander einzuwirken vermögen, nicht der phyſiſchen Miſchung unterwerfen wollen, um ihre Wärme-Capacitäten zu ermitteln. Auch ſelbſt bei ſolchen Subſtanzen, die nur große Haftziehung (Adhäſion) zu einander beſitzen, wird das Eigenwärme-Beſtimmen durch phyſiſches Miſchen bedenklich, weil durch dieſe Ziehung ebenfalls Wärme zur Entwicklung gelangt; vergl. oben S. 110 ff. mit S. 64, S. 105 Anm. und S. 120. Eine Erklärung jener (oben S. 304 Anm.) gedachten, von de Luc und Dalton wahrgenommenen Thatſache: daß gleiche Maaße Waſſer von ungleicher Temperatur, mit einander vermiſcht ein Waſſer von etwas kleinerem Volum, und mithin von geringerer Wärme-Capacität und daher etwas größerer Temperatur geben, als man der Berechnung gemäß erwarten durfte, verſuchte ich S. 583 des II. B. der 2. Aufl. m. Experimentalphyſik zu geben.

**) Statt der zu dieſem Calorimeter gehörigen Gefäße (3 ineinander ſchiebbare Hohl-Cylinder; vergl. m. Experimentalphyſik II. 580) kann man auch dergleichen geradezu von Eis fertigen, die ihrer Wärmeabgabe nach zu prüfende Materie hineinbringen

hiezu entweder das Abkühlungs-Verfahren dadurch einer beſonderen Abänderung unterwerfen, daß man, das Eis-Calorimeter in ein Waſſer-Calorimeter verwandelnd, wie De Laroche und Berard mit genügendem Erfolg verſuchten, nach und nach viel des ſeiner Eigenwärme nach zu beſtimmenden Gaſes, von bekanntem ſich während des Verſuches gleichbleibendem Drucke und bekannter hoher Temperatur, durch eine von Abkühlungs-Waſſer umgebene, ſchlangen- oder ſpiral-förmig gebogene Metallröhre (dieſelbe und hiedurch das Waſſer zu beſtimmbaren Temperaturgraden anwärmend) leitet, und ſowohl die auf ſolchem Wege dem Waſſer, wie dem Metalle, ertheilte höhere Temperatur, als auch die dem durchgeleiteten Gaſe verbliebene niedere mißt, oder man genüget ſich daran den Werth der Eigenwärme der Gaſe aus anderweiten Verhalten derſelben abzuleiten *). Wählt man aber, zur Würdigung der Eigenwärmen der Materien, die des reinſten Waſſers zur zu vergleichenden Einheit (oben S. 306), ſo wird man wohl thun, ſie bei einer beſtimmten niederen Temperatur am beſten: bei der ſeiner größten Dichte (oben S. 175 Anm.) zu meſſen, und auf dieſe Temperatur die Beſtimmungen der übrigen Materien zu berechnen; denn mit der Erhöhung der Temperatur (ſchon weil ſolche Erhöhung aus-

---

und, wie Seite 307 Anmerk. erwähnt, behandeln. Jene Materie, welche, in einander gleichen, nach einander folgenden Verſuchen, die größte Menge Eis ſchmilzt, beſizt die größte Eigenwärme. Waſſer zeigte, auf ſolchem Wege geprüft, noch ein Mal ſo viel Eigenwärme als Oel, dreimal ſo viel als concentrirte Schwefelſäure, fünfmal ſo viel als feingepulvertes Glas, und 33 1/3 mal ſo viel als laufendes Mercur; alle dieſe Subſtanzen waren urſprünglich bis zu 37 1/2° C. angewärmt geweſen. Um alſo Mercur von 0° bis 37°,5 C. anzuwärmen, bedarf es 1/33,333 ... um die Temperatur des Glaſes in gleichem Maaße zu erhöhen 1/5, um concentrirte Schwefelſäure um eben ſo viel zu erwärmen 1/3 und um Oel von 0° bis zu 37°,5 C. warm zu machen der Hälfte deſſen, was (dem Gewichte nach) eben ſo viel Waſſer fordert, um von 0° C. bis 37°,5 erwärmt zu erſcheinen. Aus gleichem Grunde hat man, um Kuhmilch anzuwärmen, beiläufig 2/100 weniger Feuer nöthig, als um Waſſer eben ſo warm zu machen, da die Eigenwärme jener Milch = 0,98 beträgt, wenn die des Waſſers gleich 1,00 iſt, und aus gleichem Grunde laſſen ſich Fleiſch und Gemüſe, ſo wie deren Brühen, desgleichen Butter und Fett aller Arten und überhaupt jede Speiſe und jedes Getränk mit weniger Feuer bis zu einer gewiſſen (geforderten) Fühlwärmeſtufe anwärmen, als man nöthig haben würde, um eine gleiche Gewichtsmenge Waſſers eben ſo heiß zu machen. In Kochöfen muß man daher den nur mit Waſſer gefüllten Gefäßen (Häfen ꝛc.) die heißeſte, den Gemüſen, Kartoffeln ꝛc. die minder heiße, den Fleiſchſpeiſen, Braten, Eiern, Kuchen ꝛc. die weniger heiße, und den zu bereitenden Fettbrühen die wenigſt heiße Stelle geben, wenn alle in nahe gleicher Zeit gleich heiß werden ſollen. Will man freilich dergleichen Flüſſigkeiten zum Sieden bringen, ſo wird man einen Theil dieſer Erſparung von Anwärmungshitze wieder einbüßen, weil die meiſten dieſer und ähnlicher Flüſſigkeiten (geiſtige Getränke ausgenommen) bei höhern Temperaturen ſieden, als das Waſſer.

*) Wie Dulong that, indem er die Eigenwärme der Gaſe aus der ungleichen Höhe der Töne berechnete, welche ſie als Erfüller eines und deſſelben Flötenhohlraumes, hervorbringen. Indem nämlich eine Gasſäule nicht nur durch größere Anwärmung, ſondern auch durch größeren Eigenwärme-Gehalt mehr

dehnend wirkt*) wächſt auch bei allen Materien, die Wärme-Dämpfung oder Wärme-Capacität derſelben (um wieviel? ſteht freilich noch zu ermitteln). Bei Gaſen ſezt man jedoch, auch, Falls man ſie hinſichtlich ihrer Eigenwärme-Größen nur unter ſich zu vergleichen beabſichtigt, die Eigenwärme der atmoſphäriſchen

---

geſpannt ſich zeigt, bildet ſie, in gleichförmige Schallſchwingung verſezt, kürzere und mithin in derſelben Zeit auch mehr Wellenſchläge (Schwingungen) als die minder fühl- oder eigenwarme Gasſäule; die kürzeren Wellen gehören aber den höheren, die längeren (mehr Zeit verbrauchenden nnd daher in dieſem Sinne langſameren) den tieferen Tönen an, ſo daß man alſo aus der Tonhöhe auf die größere Schallgeſchwindigkeit und dadurch, bei gleicher Temperatur der Gaſe, auf die größere Eigenwärme derſelben beiläufig ſchließen kann. Chladni's Verſuchen zufolge berechnete ſich hienach die Sekundengeſchwindigkeit des Schalles in den verſchiedenen Gaſen, unter einerlei Druck und bei gleicher ohngefähr 10°—11° R. betragender Temperatur, in Fußmaß ausgedrückt, wie nachſtehende Tafel beſagt:

Schallgeſchwindigkeit in 1 Zeit-Sekunde, im atmoſphäriſchen Gaſe und eben ſo in einem der atmoſphäriſchen Luft nachgebildeten, phyſiſchem Gemiſche von

Oxygen- und Azot-Gas	=	1038	Pariſer Fuß,
im Oxygen-Gaſe	=	950—960	„
Azot-Gaſe	=	990	„
Hydrogen-Gaſe	=	2100—2500	„
Carbonſäure-Gaſe	=	840	„
Azotoxyd- oder Salpetergaſe	=	980	„

was mithin wenigſtens auf eine entſprechende Verſchiedenheit der Eigenwärme Größen der genannten Gaſe ſchließen läßt, jedoch, als Beſtimmungs-Verfahren betrachtet, noch unvollkommen genug iſt, um die Abweichungen der aus dieſen Ergebniſſen zu folgernden Eigenwärme-Unterſchiede von denen durch De Laroche und Berard gewonnenen erklärbar zu finden. Dulong berechnete die Eigenwärme der Gaſe aus den Unterſchieden ihrer ſogenannten Schallgeſchwindigkeiten (oder vielmehr: aus dem der Größen ihrer Schallwell-Längen) wie folgt:

Atmoſphäriſche Luft	= 1000	Carbonoxyd-Gaſe	= 1,000
Oxygen-Gas	= 1000	Carbonſäure-Gas	= 1,175
Azot-Gas	= 1,000	Oel-Gas	= 1,531
Hydrogen-Gas	= 1,000		

was denn freilich auffallend genug von denen aus Abkühlungs-Verſuchen berechneten Unterſchieden abweicht, ſich zum Theil aber daraus erklärt, daß durch die Schallwellen-Bildung Zuſammendrückungen und Wiederausdehnungen erfolgen, von denen die erſteren während der Wellen-Bildungsdauer größer ſind und mithin mehr Wärme-entwickelnd wirken, als die lezteren (das Mehr der dadurch momentan freigewordenen Wärme muß aber dort am ſtärkſten hervortreten, wo die größte Dichte iſt) welche Wärme anwärmend und damit Wellen kürzend (Schallbeſchleunigend) wirkt, während zugleich die ungleiche Adhäſion der verſchiedenen Gaſe an die Subſtanz der Flöten-Innenfläche, die Wirkung dieſer Wärme abändert; wie denn z. B. die brennbaren Materien einander mehr anhaften als brennbare und verbrannte, oder als verbrannte und zündende, das Hydrogengas ohne Zweifel ſtärker vom Holz (oder vom brennbaren Holzvertreter) der Flöte, wenn es in dieſer Hinſicht mit dem Oxygen verglichen und mit demſelben zu gleichen Gewichtstheilen in den Verſuch genommen würde, angezogen werden würde, als das Oxygen, und eben ſo auch als das Azot-, Carbonoxyd- und Carbonſäure-Gas.

*) Wie ſolches vorzüglich aus Verſuchen erhellte, welche Dalton, ſo wie Dulong und Petit anſtellten; m. Experimentalphyſik II. 581 ff. — Dulong und Petit zufolge war die mittlere Eigenwärme, die des Waſſers gleich 1 geſezt, beim Eiſen zwiſchen 0°—100° C. = 0,1098; zwiſchen 100°—200° hingegen = 0,1150; zwiſchen 200°—300° ſchon = 0,1218 und zwiſchen 300°—400° gar 0,1255. Dieſelben

Luft gleich 1; will man dieſe dann, und damit jene der übrigen in dieſer Hinſicht mit ihr bereits verglichenen Gaſe, auf die Eigenwärme des Waſſers bezogen ſehen, ſo verfährt man am zweckmäßigſten auf ähnliche Weiſe, wie Rumford, als er durch folgende Verſuchs-Weiſe, mittelſt ſeines Waſſer-Calorimeters, ſowohl dergleichen Meſſungen vollbrachte, als auch die Erfindung des von De Laroche und Berard benuzten Apparates veranlaßte. R. leitete nämlich, um die Eigenwärme der Luft in Beziehung auf die des Waſſers zu beſtimmen, eine gemeſſene und gewogene Menge erwärmter atmoſph. Luft durch ein kupfernes Schlangenrohr, das von Waſſer umgeben, einem mit dieſem, ſeinem Gewichte nach bekannten Waſſer angefüllten kupfernen Gefäße zugehöre, und vermochte ſo, aus der dem Waſſer zu Theil gewordenen Temperatur-Erhöhung und dem der Luft erwachſenen Wärme-Verluſt zu berechnen: wie ſich die Wärme-Faſſungs-Größe der Luft zu jener des Waſſers verhalte? Indeſſen tritt das Waſſer, während des Verſuches (und ebenſo auch in den Verſuchen von De Laroche und Berard) in derſelben Zeit und in gleichem Maaße wie es ſich erwärmt, auch an ſeine äußeren Umgebungen Wärme ab, was dann, wenn man es nicht in Rechnung zu nehmen wüßte, als Verluſt die Wärmegröße der Luft benachtheiligen würde. Man begegnet dieſem Uebelſtande dadurch, daß man, nachdem die Vorrichtung des Calorimeter bis zu beſtimmten Thermometergraden unter der Temperatur der Umgebungen erkaltet iſt, den eigentlichen Verſuch damit beginnt, daß man die erhizte Luft das Schlangenrohr durchſteigen läßt, und mit dieſem Durchſteigen in demſelben Augenblicke aufhört, in welchem das Thermometer im Apparate genau um ſoviel Grade über die äußere Temperatur geſtiegen iſt, wie der Apparat zuvor unter der Temperatur der Umgebungen gefallen war. So viel Wärme

ausgezeichneten Phyſiker fanden die mittlere Wärme-Capacität bei nachbenannten Stoffen mit der Temperatur wachſend, wie es folgende Tafel anzeigt:

Zwiſchen 0° — 100° C.;		zw. 0° — 300°	zwiſchen 0° — 100°;		zw. 0° — 300°
Merkur	0,0330;	0,0350	Kupfer	0,0949;	0,1013
Zink	0,0927;	0,1015	Platin	0,0335;	0,0355
Stib	0,0507;	0,0549	Glas	0,01770;	0,1900
Silber	0,0557;	0,0611			

Jene Metalle, deren Ausdehnung mit wachſender Temperatur am ſchnellſten zunimmt, ſollen auch die ſtärkſten durch Temperatur-Erſchöpfung bedingten Eigenwärme-Steigerungen darbieten. Wahrſcheinlich gilt dieſes auch von allen übrigen Materien, und nur das Waſſer ſoll, Ure zufolge, mit geſteigerter Temperatur nicht an Eigenwärme gewinnen, ſondern verlieren. — Aus jener Eigenwärme-Vermehrung der übrigen Stoffe, mittelſt Erhitzung derſelben, erklärt ſich, warum mehrere derſelben, z. B. Metalle, beim Abkühlen durch Berührung kalter Körper dieſe ungewöhnlich heiß und heißer machen, als man aus dem Temperatur-Unterſchied beider Körper erwarten ſollte, und warum manche derſelben ungemein viel Zeit erfordern, um ſich gänzlich abzukühlen, z. B. ſtark erhizte Kachelöfen, dickwandige Eiſenöfen; weil ſie, erkaltend nicht nur die ihnen zuvor mitgetheilte Anwärmungshitze, ſondern auch die ihnen hiebei gewordene größere Eigenwärme wieder (ſey es mittheilend und ableitend, oder — hauptſächlich — ſtralend) entwickeln.

nun hiebei das Waſſer anfänglich, da es von der künſtlich erniedrigten Temperatur bis zu jener der Umgebungen ſtieg, von dieſen Umgebungen empfieng, ſo viel gab es auch wieder, während es ſich um eben ſo viele Grade über die Temperatur dieſer Umgebungen erhob, an dieſelben ab; es hat daher im Ganzen gerechnet, keinen Wärmeverluſt erlitten, und ſo viel Wärme, wie zu dieſer Temperatur-Steigerung des Waſſers erforderlich war, ſo viel hat mithin die durchſtiegene Luft an daſſelbe auch wirklich abgegeben. Nachſtehende Tafel enthält erſtens (linker Hand) die Ergebniſſe der Verſuche De Laroche's und Berard's gewonnen bei gleichem Umfang und unverändertem Drucke; zweitens (in Mitten) dieſelben dividirt durch die Eigengewichte der Gaſe und dadurch auf gleiches Gewicht derſelben gebracht, und drittens (zur Rechten berechnet nach Rumford's Verſuchen, Waſſer gleich 1 geſezt:

1) bei gleichem Volum; atm. Luft gleich 1 geſezt C°:		2) bei gleichem Gew. atm. Luft gleich 1.	3) Waſſer gl. 1,0000; nach Gr. Rumford:
Atm. Luft	= 1,0000	= 1,0000	0,2669
Azot-Gas *)	= 1,0000	= 1,1270	0,2754
Oxygen-Gas	= 0,9765	= 0,8814	0,2361
Hydrogen-Gas	= 0,9033	= 13,0870	3,2936
Carbonoxyd-Gas	= 1,0340	= 1,0600	0,2884
Carbonſäure-Gas	= 1,2583	= 0,8255	0,2210
Oelgas **)	= 1,5530	= 1,5763	0,4207
Waſſergas	= 1,9600	= 3,1360	0,8470 ***).

*) Da die reine atmoſphäriſche Luft aus Azotgas und Oxygengas (nebſt Waſſergas und etwas Carbonſäuregas) phyſiſch zuſammengeſezt iſt, Oxygengas aber eine geringere Wärme-Faſſung beſizt, als Azot, ſo muß in ihr dieſes Weniger anderweit ausgeglichen ſein, wenn das Azotgas hinſichtlich der Eigenwärmegröße wirklich mit ihr ſo vollkommen übereinſtimmt, wie es die erſte Abtheilung obiger Tafel beſagt. Aufſchluß hierüber gibt die zweite Abtheilung der Tabelle, indem ſie zeigt: daß künſtliche, nur aus 79 Azot- und 21 Oxygen-Gas beſtehende atm. Luft die Wärmefaſſung der trocknen, natürlichen Luft noch um etwas (79 mal 1,1270 = 89,0330; 21 Mal 8814 = 18,5094; 89,0330 + 185094 = 107,5424), nämlich um wenig über 7 ½ Procent überbieten würde, was durch die Mitanweſenheit von Carbonſäuregas und verſchiedener, ebenfalls geringe Wärmefaſſung beſitzender, in kleinſten Mengen zugegenſeyender Dämpfe in der trocknen natürlichen Luft wieder gemindert wird.

**) Oelgas oder Oel-bildendes Kohlenwaſſerſtoff-Gas kann betrachtet werden als eine chemiſche Verbindung von 1 Maaß Kohlenſtoffdampf und 2 Maaß Hydrogengas, verdichtet zu 1 Maaß, erzeugt ſich, neben anderen ebenfalls aus Carbon (C) und Hydrogen (H) beſtehendem, aber doppelt ſo viel H enthaltenden Hydrocarbon-Gaſe, ſo wie neben Carbonoxyd- und Carbonſäure-Gas und verſchiedenen flüchtigen tropfbaren Röſtungs-Erzeugniſſen, bei der ſog. trocknen oder Röſtungs-Deſtillation, d. i. bei der Verkohlung der organiſchen Körper, bewirkt, unter Ausſchluß der atm. Luft, und in großer Menge, wenn man ein Gemiſch von 1 Theil Alkohol mit 4 Gewichtstheilen Vitriolöl erhizt; es verdichtet ſich mit Chlorgas zu einer ölartigen Flüſſigkeit (daher der Name).

***) De Laroche's und Berard's Verſuche, aus deren Ergebniſſen die Inhalte der beiden erſten Abtheilungen obiger Tafel berechnet worden ſind, gaben nämlich die Erhöhung der Temperatur des Waſſers durch die atmoſphäriſche Luft und durch die übrigen, weiter unten namhaft aufgeführten Gaſe, um nachſtehende, deren Namen beigeſezte Centeſimal-Grade:

Die älteren Beſtimmungen der Eigenwärme ſind zwar zum Theil ſehr mangelhaft, zeigen jedoch auf den in dieſer Hinſicht ſtattfindenden Unterſchied der verſchiedenen tropfbaren und ſtarren Materien hin; nachfolgende alphabetiſch geordnete Ueberſicht enthält, neben neueren jene hieher gehörigen älteren Verſuchs-Ergebniſſe, welche den Vorwurf der Fehlerhaftigkeit am mindeſten verdienen:

A. Tropfbare.

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Alaun-Löſung	(100 Alaun, 445 Waſſer)	0, 649	Kirwan
Alkohol von	0, 793	0, 6220	Desprez
	0, 817	0, 70	Dalton
	0, 848	0, 76	=
Ammon, wäſſeriges v.	0, 948	1, 03	=
Baumöl	—	0, 5	=
=	—	0, 68	Kirwan
Bitterſalz-Löſung	(1 Magnit-Sulphat in 2 Waſſer)	0, 844	=
Blut, arterielles	—	1, 03	Crawford
= =	—	0, 913	John Davy
= venöſes	—	0, 8929	Crawford
= =	—	0, 903	John Davy
Erd-Naphtha	—	0, 41519	Rumford
Eiſenvitriol-Löſ.	(10 Eiſenoxydul-Sulphat 25 Waſſer)	0, 734	Kirwan
Eſſig aus Wein	—	0, 387	Dalton
= gewöhnl. (aus Malz?)	—	0, 92	=
= deſtillirter	—	0, 103	Kirwan
Eſſigſäure von	1, 056	0, 66	Dalton
Glauberſalz-Löſ.	(1 Natron-Sulphat 2, 9 Waſſer)	0, 728	Kirwan
Kali-Carbonat-L.	1, 30	0, 75	Dalton
Kalkwaſſer	—	0, 3346	Lavoiſier
Kochſalz-Löſung	(1 Salz 8 Waſſer)	0, 832	Kirwan
Kochſalz-Soole	1, 120	0, 8437	Biſchoff
= =	1, 197	0, 78	Dalton
Kuhmilch, friſche	—	0, 999	Crawford
= =	—	0, 98	Dalton
Leinöl	—	0, 528	Kirwan
Merkur (Queckſilber) v.	13, 3	0, 033	=
=	—	0, 0357	Crawford
=	—	0, 029	Lavoiſier

Atmoſphär. Luft um	15°, 7340	Carbonoxyd-Gas um	16°, 27000
Azot-Gas	15, 7340	Carbonſäure-Gas	19, 80000
Oxygen-Gas	15, 3650	Oel-Gas	24, 43500
Hydrogen-Gas	14, 2140	Waſſer-Gas	30, 83864

Um nun dieſe Temperatur-Erhöhungen als Werthe bezogen auf den zur Einheit angenommenen Werth der atmoſphäriſchen Luft auszudrücken, hatte man ſie nur mit 15, 734 zu dividiren, und erhielt dann z. B. für Oxygen 0, 97654; für Hydrogen 0, 90339 ꝛc., wie die oben befindliche Tabelle zeigt, in der die Bruchwerthe jedoch nur bis zur vierten Decimalſtelle angegeben wurden.

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Merkur (Queckſilber) v.	—	0, 0496	Dalton
„	0° — 100° C.	0, 033	„
„	0° — 300° C.	0, 035	„
Salmiak-Löſung	(1 Salm. 1, 5 Waſſer)	0, 0798	Kirwan
Salpeter-Löſung	(1 Salp. 8 Waſſer)	0, 8167	Lavoiſier
„ „	(1 Salp. 3 Waſſer)	0, 646	Kirwan
Salpeterſäure von	1, 2	0, 76	Dalton
„ „	1, 29	0, 66139	Lavoiſier
„	1, 2989	0, 62	Leslie
„	1, 30	0, 66	Dalton
„ (rothe, rauchende)	1, 355	0, 576	Kirwan
„	1, 36	0, 63	Dalton
Salzſäure von	1, 122	0, 680	Kirwan
„	1, 153	0, 60	Dalton
Schwefeläther von	0, 715	0, 52	Despretz
„	0, 760	0, 66	Dalton
„	0, 817	0, 70	„
Schwefelſäure	1, 844	0, 35	„
„	1, 85	0, 3346	Lavoiſier
„	1, 872	0, 429	Kirwan
„	1, 872	0, 34	Leslie
„	1, 885	0, 758	Lavoiſier
„	4 und 5 Gewichtsth. Waſſer	0, 6631	„
„	4 u. 3 Gewichtsth. W.	0, 6031	„
„	1 Raumth. 1 Rth. W.	0, 52	Dalton
„ braune	—	0, 350	Irvine
Spermacet-Oel	—	0, 500	Crawford
„ „	—	0, 52	Dalton
Terpentin-Oel	—	0, 472	Kirwan
„ „	—	0, 4	Irvine
	—	0, 33856	Rumford
Weinſtein-Löſung	(1 Kali-Bitartrat u. 237, 3 Waſſer)	0, 765	Kirwan
Zucker, brauner	in Waſſer gelöſ't	0, 086	Crawford

B. Starre (und Weiche):

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Achat	—	0, 195	Wilke
Aſche von Steinkohlen	—	0, 1855	„
„ „ Nadelholz	—	0, 091	„
„ „ Ulmenholz	—	0, 1402	„
Baumwolle	—	0, 53	Mayer
Blei	—	0, 05	Kirwan
„	—	0, 02819	Lavoiſier
„	—	0, 0352	Crawford
„	—	0, 042	Wilke

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Blei	—	0,04	Dalton
=	—	0,0293	Dulong
Bleioxyd, gelbes	faſt luftleeres	0,068	Crawford
Crownglas	—	0,200	Irvine
Eis	—	0,900	Kirwan
Eiſen	—	0,130	Irvine
=	—	0,143	=
=	—	0,127	Crawford
=	—	0,125	Kirwan
=	—	0,101	Lavoiſier
=	—	0,126	Wilke
=	0° — 100° C. ſ. ob. S. 311 Anm.	0,1098	Dalton
Eiſenblech	—	0,1099	Lavoiſier
Eiſenoxyd (Eiſenroſt)	faſt luftleer	0,320	Kirwan
Eiſenoxydul	faſt luftfreies	0,1666	Crawford
Eiſenroſt	—	0,250	=
Erbſen	—	0,4920	=
Flintglas	—	0,190	Dalton
Gerſte	—	0,4210	Crawford
Glas, ſchwediſches	—	0,1870	Wilke
= engliſches von	0° — 100° C.	0,1770	Dalton
= =	0° — 300°	0,190	=
Glockenſpeiſe oder Kanonenmetall	—	0,110	Rumford
Gold	—	0,050	Wilke
=	—	0,05	Dalton
=	—	0,0298	Dulong
Hafer	—	0,416	Crawford
Holz, vom Apfelbaum	—	0,570	Mayer
= = Birnbaum	—	0,50	=
= von der Birke	lufttrocken 0,64	0,48	=
= = = Buche	= 0,72	0,49	=
= v. Dyospyrus Ebenum (d. i. Ebenholz)	(ſpan. trockne 0,800 amerik. 1,331)	0,43	=
Eiche	lufttrocken 0,76	0,51	=
Eſche	—	0,51	=
Fichte	—	0,65	=
Linde	lufttrocken 0,604	0,62	=
Pechtanne	—	0,58	=
Pflaumenbaum	—	0,44	=
Rothtanne	lufttrocken 0,498	0,60	=
Holzkohle	trockne 0,642	0,263	Crawford
Kali-Carbonat (kohlenſaures Kali)	1,30	0,75	Dalton
Kali-Stibiat (Antimonium diaphoreticum ablut)		0,227	Crawford
		0,220	Kirwan
	luftfreies	0,1666	Crawford
Kalk, gebrannter	1,842	0,40	Kirwan
= =		0,2229	Crawford
= =		0,2169	Lavoiſier

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Kalk, kohlenſaurer (Calcit=Carbonat)	2, 3	0, 270	Lavoiſier
Kalk=Hydrat (gelöſchter Kalk)	—	0, 40	„
Kobalt	gegoſſen 7, 812	0, 1498	Dulong
Kochſalz	2, 120	0, 230	Dalton
Kreide, weiße	2, 657	0, 27	„
Kryſtall	(Bergkryſtall 2,658)	0, 1929	Lavoiſier
Kupfer	gegoſſen 8, 788, gehämmert 9, 0	0, 1111	Crawford
„	—	0, 114	Wilke
„	0° C. — 100°	0, 0949	Dulong
„	0° C. — 300°	0, 1013	„
Kupferoxyd	6, 130	0, 2272	Crawford
Lunge eines Schafes	—	0, 769	„
Meſſing	(gegoſſen 8, 44) 8, 36	0, 1123	„
		0, 116	Wilke
		0, 11	Dalton
Muskelfleiſch, mageres, eines Ochſen	—	0, 740	Crawford
Nickel	geg. 8,279, geſtr. 8,666	0, 10	Dalton
„	—	0, 1035	Dulong
Ochſenhaut mit Haaren	—	0, 787	Crawford
Pferdebohnen	—	0, 502	„
Platin	(gänzlich reines? 23, 543) 21, 70	0, 13	Irvine
	0° C. — 100°	0, 0335	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0355	„
Pottaſche	1, 346	0, 759	Kirwan
Reiß	—	0, 506	Crawford
Schwefel	1, 980	0, 19	Dalton
	—	0, 183	Kirwan
	—	0, 188	Dulong
Silber	(gegoſſen 10, 230) 10, 001	0, 082	Wilke
		0, 08	Dalton
	0° C. — 100°	0, 557	Dulong
	0° C. — 300°	0, 611	„
Steingut	—	0, 195	Kirwan
Steinkohle	—	0, 2777	Crawford
		0, 28	„
Stib	(Antimon; Spießglanz 6, 86) 6, 107	0, 086	Kirwan
		0, 0645	Crawford
		0, 063	Wilke
		0, 06	Dalton
	0° C. — 100°	0, 0507	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0549	„
Tellur	6, 245	0, 0912	„
Wallrath (Spermacet)	0, 943	0, 399	Kirwan

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Wismuth	(gediegen 9,830; gegoſſen 9,832; gehämmert 9,883)	0,043	Wilke
		0,044	Dalton
		0,0288	Dulong
Zink	(gegoſſen 7,218; gehämmert 7,861)	0,0943	Crawford
		0,102	Wilke
	7,154	0,10	Dalton
	0° C. — 100°	0,0927	Dulong
	0° C. — 300°	0,1015	ſ
Zinkoxyd	5,60	0,1369	Crawford
Zinn	(gegoſſen 7,291; gewalzt 7,475)	0,0704	ſ
		0,07	Dalton
		0,060	Wilke
		0,0514	Dulong
Zinnoxyd	6,90 (luftfreies)	0,0990	Crawford
		0,096	Kirwan
Zinn-Bleioxyd	—	0,102	ſ
Zucker	1,17	0,77	Dalton

W. Weber's Verſuchen über die Eigenwärme der Metalle (Poggendorff's Annalen der Phyſik XX. 177 ff.) zufolge iſt die Eigenwärme der nachbenannten Metalle bei conſtantem Druck (vergl. oben S. 114 ff. und 163 ff.) und bei conſtantem Volumen, wie nachſtehende Tabelle ausſagt:

Benennung der Stoffe.	Bei conſtantem Drucke.	Bei conſtantem Volum.
Eiſen	0,1100	0,1026
Platin	0,0314	0,0259
Silber	0,0557	0,0525
Kupfer	0,0949	0,0872

Zugleich ergab ſich aus dieſen Verſuchen und denen zugehörigen Betrachtungen und Folgerungen: 1) daß die Temperatur eines Drahtes im Augenblicke einer Verlängerung oder Verkürzung ſich ändert, vermöge der ihm dadurch erwachſenden Volum-Aenderung, nicht aber wegen der hiebei, durch Verſchiebung ſeiner Theile, eintretenden Reibung. Es ſind nämlich die mit der Verlängerung und jene mit der Verkürzung eines Drahtes verbundenen Temperatur-Aenderungen gleich und entgegengeſezt; nun iſt es aber bei der Reibung für deren Wirkung einerlei: ob die ſie veranlaſſende Bewegung vorwärts oder rückwärts geſchieht, und da nun mithin bei gleich ſtarken, aber entgegengeſezten Verſchiebungen die Reibung dieſelbe iſt, und gleiche Wirkungen hervorbringt, ſo kann ſie auch nicht in dem einen dieſer beiden Fälle

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Kalk, kohlenſaurer (Calcit=Carbonat)	2, 3	0, 270	Lavoiſier
Kalk=Hydrat (gelöſchter Kalk)	—	0, 40	=
Kobalt	gegoſſen 7, 812	0, 1498	Dulong
Kochſalz	2, 120	0, 230	Dalton
Kreide, weiße	2, 657	0, 27	=
Kryſtall	(Bergkryſtall 2, 658)	0, 1929	Lavoiſier
Kupfer	gegoſſen 8, 788, gehämmert 9, 0	0, 1111	Crawford
=	—	0, 114	Wilke
=	0° C. — 100°	0, 0949	Dulong
=	0° C. — 300°	0, 1013	=
Kupferoxyd	6, 130	0, 2272	Crawford
Lunge eines Schafes	—	0, 769	=
Meſſing	(gegoſſen 8, 44) 8, 36	0, 1123	=
		0, 116	Wilke
		0, 11	Dalton
Muskelfleiſch, mageres, eines Ochſen	—	0, 740	Crawford
Nickel	geg. 8,279, geſtr. 8,666	0, 10	Dalton
=	—	0, 1035	Dulong
Ochſenhaut mit Haaren	—	0, 787	Crawford
Pferdebohnen	—	0, 502	=
Platin	(gänzlich reines? 23, 543) 21, 70	0, 13	Irvine
	0° C. — 100°	0, 0335	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0355	=
Pottaſche	1, 346	0, 759	Kirwan
Reiß	—	0, 506	Crawford
Schwefel	1, 980	0, 19	Dalton
	—	0, 183	Kirwan
	—	0, 188	Dulong
Silber	(gegoſſen 10, 230) 10, 001	0, 082	Wilke
		0, 08	Dalton
	0° C. — 100°	0, 557	Dulong
	0° C. — 300°	0, 611	=
Steingut	—	0, 195	Kirwan
Steinkohle	—	0, 2777	Crawford
		0, 28	=
Stib	(Antimon; Spießglanz 6, 86) 6, 107	0, 086	Kirwan
		0, 0645	Crawford
		0, 063	Wilke
		0, 06	Dalton
	0° C. — 100°	0, 0507	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0549	=
Tellur	6, 245	0, 0912	=
Wallrath (Spermacet)	0, 943	0, 399	Kirwan

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Wismuth	(gediegen 9,830; ge=	0,043	Wilke
	goſſen 9,832; ge=	0,044	Dalton
	hämmert 9,883)	0,0288	Dulong
Zink	(gegoſſen 7,218; ge=	0,0943	Crawford
	hämmert 7,861)	0,102	Wilke
	7,154	0,10	Dalton
	0° C. — 100°	0,0927	Dulong
	0° C. — 300°	0,1015	„
Zinkoxyd	5,60	0,1369	Crawford
Zinn	(gegoſſen 7,291; ge=	0,0704	„
	walzt 7,475)	0,07	Dalton
		0,060	Wilke
		0,0514	Dulong
Zinnoxyd	6,90 (luftfreies)	0,0990	Crawford
		0,096	Kirwan
Zinn=Bleioxyd	—	0,102	„
Zucker	1,17	0,77	Dalton

W. Weber's Verſuchen über die Eigenwärme der Metalle (Poggendorff's Annalen der Phyſik XX. 177 ff.) zufolge iſt die Eigenwärme der nachbenannten Metalle bei conſtantem Druck (vergl. oben S. 114 ff. und 163 ff.) und bei conſtantem Volumen, wie nachſtehende Tabelle ausſagt:

Benennung der Stoffe.	Bei conſtantem Drucke.	Bei conſtantem Volum.
Eiſen	0,1100	0,1026
Platin	0,0314	0,0259
Silber	0,0557	0,0525
Kupfer	0,0949	0,0872

Zugleich ergab ſich aus dieſen Verſuchen und denen zugehörigen Betrachtungen und Folgerungen: 1) daß die Temperatur eines Drahtes im Augenblicke einer Verlängerung oder Verkürzung ſich ändert, vermöge der ihm dadurch erwachſenden Volum=Aenderung, nicht aber wegen der hiebei, durch Verſchiebung ſeiner Theile, eintretenden Reibung. Es ſind nämlich die mit der Verlängerung und jene mit der Verkürzung eines Drahtes verbundenen Temperatur=Aenderungen gleich und entgegengeſezt; nun iſt es aber bei der Reibung für deren Wirkung einerlei: ob die ſie veranlaſſende Bewegung vorwärts oder rückwärts geſchieht, und da nun mithin bei gleich ſtarken, aber entgegengeſezten Verſchiebungen die Reibung dieſelbe iſt, und gleiche Wirkungen hervorbringt, ſo kann ſie auch nicht in dem einen dieſer beiden Fälle

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Kalk, kohlenſaurer (Calcit=Carbonat)	2, 3	0, 270	Lavoiſier
Kalk=Hydrat (gelöſchter Kalk)	—	0, 40	„
Kobalt	gegoſſen 7, 812	0, 1498	Dulong
Kochſalz	2, 120	0, 230	Dalton
Kreide, weiße	2, 657	0, 27	„
Kryſtall	(Bergkryſtall 2, 658)	0, 1929	Lavoiſier
Kupfer	gegoſſen 8, 788, gehämmert 9, 0	0, 1111	Crawford
„	—	0, 114	Wilke
„	0° C. — 100°	0, 0949	Dulong
„	0° C. — 300°	0, 1013	„
Kupferoxyd	6, 130	0, 2272	Crawford
Lunge eines Schafes	—	0, 769	„
Meſſing	(gegoſſen 8, 44) 8, 36	0, 1123	„
		0, 116	Wilke
		0, 11	Dalton
Muskelfleiſch, mageres, eines Ochſen	—	0, 740	Crawford
Nickel	geg. 8,279, geſtr. 8,666	0, 10	Dalton
„	—	0, 1035	Dulong
Ochſenhaut mit Haaren	—	0, 787	Crawford
Pferdebohnen	—	0, 502	„
Platin	(gänzlich reines? 23, 543) 21, 70	0, 13	Irvine
	0° C. — 100°	0, 0335	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0355	„
Pottaſche	1, 346	0, 759	Kirwan
Reiß	—	0, 506	Crawford
Schwefel	1, 980	0, 19	Dalton
	—	0, 183	Kirwan
	—	0, 188	Dulong
Silber	(gegoſſen 10, 230) 10, 001	0, 082	Wilke
		0, 08	Dalton
	0° C. — 100°	0, 557	Dulong
	0° C. — 300°	0, 611	„
Steingut	—	0, 195	Kirwan
Steinkohle	—	0, 2777	Crawford
		0, 28	„
Stib	(Antimon; Spießglanz 6, 86) 6, 107	0, 086	Kirwan
		0, 0645	Crawford
		0, 063	Wilke
		0, 06	Dalton
	0° C. — 100°	0, 0507	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0549	„
Tellur	6, 245	0, 0912	„
Wallrath (Spermacet)	0, 943	0, 399	Kirwan

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Wismuth	(gediegen 9,830; gegoſſen 9,832; gehämmert 9,883)	0,043	Wilke
		0,044	Dalton
		0,0288	Dulong
Zink	(gegoſſen 7,218; gehämmert 7,861)	0,0943	Crawford
		0,102	Wilke
	7,154	0,10	Dalton
	0° C. — 100°	0,0927	Dulong
	0° C. — 300°	0,1015	"
Zinkoxyd	5,60	0,1369	Crawford
Zinn	(gegoſſen 7,291; gewalzt 7,475)	0,0704	"
		0,07	Dalton
		0,060	Wilke
		0,0514	Dulong
Zinnoxyd	6,90 (luftfreies)	0,0990	Crawford
		0,096	Kirwan
Zinn-Bleioxyd	—	0,102	"
Zucker	1,17	0,77	Dalton

W. Weber's Verſuchen über die Eigenwärme der Metalle (Poggendorff's Annalen der Phyſik XX. 177 ff.) zufolge iſt die Eigenwärme der nachbenannten Metalle bei conſtantem Druck (vergl. oben S. 114 ff. und 163 ff.) und bei conſtantem Volumen, wie nachſtehende Tabelle ausſagt:

Benennung der Stoffe.	Bei conſtantem Drucke.	Bei conſtantem Volum.
Eiſen	0,1100	0,1026
Platin	0,0314	0,0259
Silber	0,0557	0,0525
Kupfer	0,0949	0,0872

Zugleich ergab ſich aus dieſen Verſuchen und denen zugehörigen Betrachtungen und Folgerungen: 1) daß die Temperatur eines Drahtes im Augenblicke einer Verlängerung oder Verkürzung ſich ändert, vermöge der ihm dadurch erwachſenden Volum-Aenderung, nicht aber wegen der hiebei, durch Verſchiebung ſeiner Theile, eintretenden Reibung. Es ſind nämlich die mit der Verlängerung und jene mit der Verkürzung eines Drahtes verbundenen Temperatur-Aenderungen gleich und entgegengeſezt; nun iſt es aber bei der Reibung für deren Wirkung einerlei: ob die ſie veranlaſſende Bewegung vorwärts oder rückwärts geſchieht, und da nun mithin bei gleich ſtarken, aber entgegengeſezten Verſchiebungen die Reibung dieſelbe iſt, und gleiche Wirkungen hervorbringt, ſo kann ſie auch nicht in dem einen dieſer beiden Fälle

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Kalk, kohlenſaurer (Calcit=Carbonat)	2, 3	0, 270	Lavoiſier
Kalk=Hydrat (gelöſchter Kalk)	—	0, 40	=
Kobalt	gegoſſen 7, 812	0, 1498	Dulong
Kochſalz	2, 120	0, 230	Dalton
Kreide, weiße	2, 657	0, 27	=
Kryſtall	(Bergkryſtall 2,658)	0, 1929	Lavoiſier
Kupfer	gegoſſen 8, 788, gehämmert 9, 0	0, 1111	Crawford
=	—	0, 114	Wilke
=	0 ° C. — 100 °	0, 0949	Dulong
=	0 ° C. — 300 °	0, 1013	=
Kupferoxyd	6, 130	0, 2272	Crawford
Lunge eines Schafes	—	0, 769	=
Meſſing	(gegoſſen 8, 44) 8, 36	0, 1123	=
		0, 116	Wilke
		0, 11	Dalton
Muskelfleiſch, mageres, eines Ochſen	—	0, 740	Crawford
Nickel	geg. 8,279, geſtr. 8,666	0, 10	Dalton
=	—	0, 1035	Dulong
Ochſenhaut mit Haaren	—	0, 787	Crawford
Pferdebohnen	—	0, 502	=
Platin	(gänzlich reines? 23, 543) 21, 70	0, 13	Irvine
	0 ° C. — 100 °	0, 0335	Dulong
	0 ° C. — 300 °	0, 0355	=
Pottaſche	1, 346	0, 759	Kirwan
Reiß	—	0, 506	Crawford
Schwefel	1, 980	0, 19	Dalton
	—	0, 183	Kirwan
	—	0, 188	Dulong
Silber	(gegoſſen 10, 230) 10, 001	0, 082	Wilke
		0, 08	Dalton
	0 ° C. — 100 °	0, 557	Dulong
	0 ° C. — 300 °	0, 611	=
Steingut	—	0, 195	Kirwan
Steinkohle	—	0, 2777	Crawford
		0, 28	=
Stib	(Antimon; Spießglanz 6, 86) 6, 107	0, 086	Kirwan
		0, 0645	Crawford
		0, 063	Wilke
		0, 06	Dalton
	0 ° C. — 100 °	0, 0507	Dulong
	0 ° C. — 300 °	0, 0549	=
Tellur	6, 245	0, 0912	=
Wallrath (Spermacet)	0, 943	0, 399	Kirwan

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Wismuth	(gediegen 9,830; gegoſſen 9,832; gehämmert 9,883)	0,043	Wilke
		0,044	Dalton
		0,0288	Dulong
Zink	(gegoſſen 7,218; gehämmert 7,861)	0,0943	Crawford
		0,102	Wilke
	7,154	0,10	Dalton
	0° C. — 100°	0,0927	Dulong
	0° C. — 300°	0,1015	„
Zinkoxyd	5,60	0,1369	Crawford
Zinn	(gegoſſen 7,291; gewalzt 7,475)	0,0704	„
		0,07	Dalton
		0,060	Wilke
		0,0514	Dulong
Zinnoxyd	6,90 (luftfreies)	0,0990	Crawford
		0,096	Kirwan
Zinn-Bleioxyd	—	0,102	„
Zucker	1,17	0,77	Dalton

W. Weber's Verſuchen über die Eigenwärme der Metalle (Poggendorff's Annalen der Phyſik XX. 177 ff.) zufolge iſt die Eigenwärme der nachbenannten Metalle bei conſtantem Druck (vergl. oben S. 114 ff. und 163 ff.) und bei conſtantem Volumen, wie nachſtehende Tabelle ausſagt:

Benennung der Stoffe.	Bei conſtantem Drucke.	Bei conſtantem Volum.
Eiſen	0,1100	0,1026
Platin	0,0314	0,0259
Silber	0,0557	0,0525
Kupfer	0,0949	0,0872

Zugleich ergab ſich aus dieſen Verſuchen und denen zugehörigen Betrachtungen und Folgerungen: 1) daß die Temperatur eines Drahtes im Augenblicke einer Verlängerung oder Verkürzung ſich ändert, vermöge der ihm dadurch erwachſenden Volum-Aenderung, nicht aber wegen der hiebei, durch Verſchiebung ſeiner Theile, eintretenden Reibung. Es ſind nämlich die mit der Verlängerung und jene mit der Verkürzung eines Drahtes verbundenen Temperatur-Aenderungen gleich und entgegengeſezt; nun iſt es aber bei der Reibung für deren Wirkung einerlei: ob die ſie veranlaſſende Bewegung vorwärts oder rückwärts geſchieht, und da nun mithin bei gleich ſtarken, aber entgegengeſezten Verſchiebungen die Reibung dieſelbe iſt, und gleiche Wirkungen hervorbringt, ſo kann ſie auch nicht in dem einen dieſer beiden Fälle

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Kalk, kohlenſaurer (Calcit=Carbonat)	2, 3	0, 270	Lavoiſier
Kalk=Hydrat (gelöſchter Kalk)	—	0, 40	=
Kobalt	gegoſſen 7, 812	0, 1498	Dulong
Kochſalz	2, 120	0, 230	Dalton
Kreide, weiße	2, 657	0, 27	=
Kryſtall	(Bergkryſtall 2, 658)	0, 1929	Lavoiſier
Kupfer	gegoſſen 8, 788, gehämmert 9, 0	0, 1111	Crawford
=	—	0, 114	Wilke
=	0° C. — 100°	0, 0949	Dulong
=	0° C. — 300°	0, 1013	=
Kupferoxyd	6, 130	0, 2272	Crawford
Lunge eines Schafes	—	0, 769	=
Meſſing	(gegoſſen 8, 44) 8, 36	0, 1123	=
		0, 116	Wilke
		0, 11	Dalton
Muskelfleiſch, mageres, eines Ochſen	—	0, 740	Crawford
Nickel	geg. 8,279, geſtr. 8,666	0, 10	Dalton
=	—	0, 1035	Dulong
Ochſenhaut mit Haaren	—	0, 787	Crawford
Pferdebohnen	—	0, 502	=
Platin	(gänzlich reines? 23, 543) 21, 70	0, 13	Irvine
	0° C. — 100°	0, 0335	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0355	=
Pottaſche	1, 346	0, 759	Kirwan
Reiß	—	0, 506	Crawford
Schwefel	1, 980	0, 19	Dalton
	—	0, 183	Kirwan
	—	0, 188	Dulong
Silber	(gegoſſen 10, 230) 10, 001	0, 082	Wilke
		0, 08	Dalton
	0° C. — 100°	0, 557	Dulong
	0° C. — 300°	0, 611	=
Steingut	—	0, 195	Kirwan
Steinkohle	—	0, 2777	Crawford
		0, 28	=
Stib	(Antimon; Spießglanz 6, 86) 6, 107	0, 086	Kirwan
		0, 0645	Crawford
		0, 063	Wilke
		0, 06	Dalton
	0° C. — 100°	0, 0507	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0549	=
Tellur	6, 245	0, 0912	=
Wallrath (Spermacet)	0, 943	0, 399	Kirwan

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Wismuth	(gediegen 9,830; ge-	0,043	Wilke
	goſſen 9,832; ge-	0,044	Dalton
	hämmert 9,883)	0,0288	Dulong
Zink	(gegoſſen 7,218; ge-	0,0943	Crawford
	hämmert 7,861)	0,102	Wilke
	7,154	0,10	Dalton
	0° C. — 100°	0,0927	Dulong
	0° C. — 300°	0,1015	″
Zinkoxyd	5,60	0,1369	Crawford
Zinn	(gegoſſen 7,291; ge-	0,0704	″
	walzt 7,475)	0,07	Dalton
		0,060	Wilke
		0,0514	Dulong
Zinnoxyd	6,90 (luftfreies)	0,0990	Crawford
		0,096	Kirwan
Zinn-Bleioxyd	—	0,102	″
Zucker	1,17	0,77	Dalton

W. Weber's Verſuchen über die Eigenwärme der Metalle (Poggendorff's Annalen der Phyſik XX. 177 ff.) zufolge iſt die Eigenwärme der nachbenannten Metalle bei conſtantem Druck (vergl. oben S. 114 ff. und 163 ff.) und bei conſtantem Volumen, wie nachſtehende Tabelle ausſagt:

Benennung der Stoffe.	Bei conſtantem Drucke.	Bei conſtantem Volum.
Eiſen	0,1100	0,1026
Platin	0,0314	0,0259
Silber	0,0557	0,0525
Kupfer	0,0949	0,0872

Zugleich ergab ſich aus dieſen Verſuchen und denen zugehörigen Betrachtungen und Folgerungen: 1) daß die Temperatur eines Drahtes im Augenblicke einer Verlängerung oder Verkürzung ſich ändert, vermöge der ihm dadurch erwachſenden Volum-Aenderung, nicht aber wegen der hiebei, durch Verſchiebung ſeiner Theile, eintretenden Reibung. Es ſind nämlich die mit der Verlängerung und jene mit der Verkürzung eines Drahtes verbundenen Temperatur-Aenderungen gleich und entgegengeſezt; nun iſt es aber bei der Reibung für deren Wirkung einerlei: ob die ſie veranlaſſende Bewegung vorwärts oder rückwärts geſchieht, und da nun mithin bei gleich ſtarken, aber entgegengeſezten Verſchiebungen die Reibung dieſelbe iſt, und gleiche Wirkungen hervorbringt, ſo kann ſie auch nicht in dem einen dieſer beiden Fälle

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Kalk, kohlenſaurer (Calcit-Carbonat)	2, 3	0, 270	Lavoiſier
Kalk-Hydrat (gelöſchter Kalk)	—	0, 40	"
Kobalt	gegoſſen 7, 812	0, 1498	Dulong
Kochſalz	2, 120	0, 230	Dalton
Kreide, weiße	2, 657	0, 27	"
Kryſtall	(Bergkryſtall 2,658)	0, 1929	Lavoiſier
Kupfer	gegoſſen 8, 788, gehämmert 9, 0	0, 1111	Crawford
"	—	0, 114	Wilke
"	0° C. — 100°	0, 0949	Dulong
"	0° C. — 300°	0, 1013	"
Kupferoxyd	6, 130	0, 2272	Crawford
Lunge eines Schafes	—	0, 769	"
Meſſing	(gegoſſen 8, 44) 8, 36	0, 1123	"
		0, 116	Wilke
		0, 11	Dalton
Muskelfleiſch, mageres, eines Ochſen	—	0, 740	Crawford
Nickel	geg.8,279, geſtr.8,666	0, 10	Dalton
"	—	0, 1035	Dulong
Ochſenhaut mit Haaren	—	0, 787	Crawford
Pferdebohnen	—	0, 502	"
Platin	(gänzlich reines? 23, 543) 21, 70	0, 13	Irvine
	0° C. — 100°	0, 0335	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0355	"
Pottaſche	1, 346	0, 759	Kirwan
Reiß	—	0, 506	Crawford
Schwefel	1, 980	0, 19	Dalton
	—	0, 183	Kirwan
	—	0, 188	Dulong
Silber	(gegoſſen 10, 230) 10, 001	0, 082	Wilke
		0, 08	Dalton
	0° C. — 100°	0, 557	Dulong
	0° C. — 300°	0, 611	"
Steingut	—	0, 195	Kirwan
Steinkohle	—	0, 2777	Crawford
		0, 28	"
Stib	(Antimon; Spießglanz 6, 86) 6, 107	0, 086	Kirwan
		0, 0645	Crawford
		0, 063	Wilke
		0, 06	Dalton
	0° C. — 100°	0, 0507	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0549	"
Tellur	6, 245	0, 0912	"
Wallrath (Spermacet)	0, 943	0, 399	Kirwan

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Wismuth	(gediegen 9,830; ge-	0,043	Wilke
	goſſen 9,832; ge-	0,044	Dalton
	hämmert 9,883)	0,0288	Dulong
Zink	(gegoſſen 7,218; ge-	0,0943	Crawford
	hämmert 7,861)	0,102	Wilke
	7,154	0,10	Dalton
	0° C. — 100°	0,0927	Dulong
	0° C. — 300°	0,1015	„
Zinkoxyd	5,60	0,1369	Crawford
Zinn	(gegoſſen 7,291; ge-	0,0704	„
	walzt 7,475)	0,07	Dalton
		0,060	Wilke
		0,0514	Dulong
Zinnoxyd	6,90 (luftfreies)	0,0990	Crawford
		0,096	Kirwan
Zinn-Bleioxyd	—	0,102	„
Zucker	1,17	0,77	Dalton

W. Weber's Verſuchen über die Eigenwärme der Metalle (Poggendorff's Annalen der Phyſik XX. 177 ff.) zufolge iſt die Eigenwärme der nachbenannten Metalle bei conſtantem Druck (vergl. oben S. 114 ff. und 163 ff.) und bei conſtantem Volumen, wie nachſtehende Tabelle ausſagt:

Benennung der Stoffe.	Bei conſtantem Drucke.	Bei conſtantem Volum.
Eiſen	0,1100	0,1026
Platin	0,0314	0,0259
Silber	0,0557	0,0525
Kupfer	0,0949	0,0872

Zugleich ergab ſich aus dieſen Verſuchen und denen zugehörigen Betrachtungen und Folgerungen: 1) daß die Temperatur eines Drahtes im Augenblicke einer Verlängerung oder Verkürzung ſich ändert, vermöge der ihm dadurch erwachſenden Volum-Aenderung, nicht aber wegen der hiebei, durch Verſchiebung ſeiner Theile, eintretenden Reibung. Es ſind nämlich die mit der Verlängerung und jene mit der Verkürzung eines Drahtes verbundenen Temperatur-Aenderungen gleich und entgegengeſezt; nun iſt es aber bei der Reibung für deren Wirkung einerlei: ob die ſie veranlaſſende Bewegung vorwärts oder rückwärts geſchieht, und da nun mithin bei gleich ſtarken, aber entgegengeſezten Verſchiebungen die Reibung dieſelbe iſt, und gleiche Wirkungen hervorbringt, ſo kann ſie auch nicht in dem einen dieſer beiden Fälle

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Kalk, kohlenſaurer (Calcit=Carbonat)	2, 3	0, 270	Lavoiſier
Kalk=Hydrat (gelöſchter Kalk)	—	0, 40	„
Kobalt	gegoſſen 7, 812	0, 1498	Dulong
Kochſalz	2, 120	0, 230	Dalton
Kreide, weiße	2, 657	0, 27	„
Kryſtall	(Bergkryſtall 2,658)	0, 1929	Lavoiſier
Kupfer	gegoſſen 8, 788, gehämmert 9, 0	0, 1111	Crawford
„	—	0, 114	Wilke
„	0° C. — 100°	0, 0949	Dulong
„	0° C. — 300°	0, 1013	„
Kupferoxyd	6, 130	0, 2272	Crawford
Lunge eines Schafes	—	0, 769	„
Meſſing	(gegoſſen 8, 44) 8, 36	0, 1123	„
		0, 116	Wilke
		0, 11	Dalton
Muskelfleiſch, mageres, eines Ochſen	—	0, 740	Crawford
Nickel	geg. 8,279, geſtr. 8,666	0, 10	Dalton
„	—	0, 1035	Dulong
Ochſenhaut mit Haaren	—	0, 787	Crawford
Pferdebohnen	—	0, 502	„
Platin	(gänzlich reines? 23, 543) 21, 70	0, 13	Irvine
	0° C. — 100°	0, 0335	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0355	„
Pottaſche	1, 346	0, 759	Kirwan
Reiß	—	0, 506	Crawford
Schwefel	1, 980	0, 19	Dalton
	—	0, 183	Kirwan
	—	0, 188	Dulong
Silber	(gegoſſen 10, 230) 10, 001	0, 082	Wilke
		0, 08	Dalton
	0° C. — 100°	0, 557	Dulong
	0° C. — 300°	0, 611	„
Steingut	—	0, 195	Kirwan
Steinkohle	—	0, 2777	Crawford
		0, 28	„
Stib	(Antimon; Spießglanz 6, 86) 6, 107	0, 086	Kirwan
		0, 0645	Crawford
		0, 063	Wilke
		0, 06	Dalton
	0° C. — 100°	0, 0507	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0549	„
Tellur	6, 245	0, 0912	„
Wallrath (Spermacet)	0, 943	0, 399	Kirwan

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Wismuth	(gediegen 9,830; ge-	0,043	Wilke
	goſſen 9,832; ge-	0,044	Dalton
	hämmert 9,883)	0,0288	Dulong
Zink	(gegoſſen 7,218; ge-	0,0943	Crawford
	hämmert 7,861)	0,102	Wilke
	7,154	0,10	Dalton
	0° C. — 100°	0,0927	Dulong
	0° C. — 300°	0,1015	⸗
Zinkoxyd	5,60	0,1369	Crawford
Zinn	(gegoſſen 7,291; ge-	0,0704	⸗
	walzt 7,475)	0,07	Dalton
		0,060	Wilke
		0,0514	Dulong
Zinnoxyd	6,90 (luftfreies)	0,0990	Crawford
		0,096	Kirwan
Zinn⸗Bleioxyd	—	0,102	⸗
Zucker	1,17	0,77	Dalton

W. Weber's Verſuchen über die Eigenwärme der Metalle (Poggendorff's Annalen der Phyſik XX. 177 ff.) zufolge iſt die Eigenwärme der nachbenannten Metalle bei conſtantem Druck (vergl. oben S. 114 ff. und 163 ff.) und bei conſtantem Volumen, wie nachſtehende Tabelle ausſagt:

Benennung der Stoffe.	Bei conſtantem Drucke.	Bei conſtantem Volum.
Eiſen	0,1100	0,1026
Platin	0,0314	0,0259
Silber	0,0557	0,0525
Kupfer	0,0949	0,0872

Zugleich ergab ſich aus dieſen Verſuchen und denen zugehörigen Betrachtungen und Folgerungen: 1) daß die Temperatur eines Drahtes im Augenblicke einer Verlängerung oder Verkürzung ſich ändert, vermöge der ihm dadurch erwachſenden Volum⸗Aenderung, nicht aber wegen der hiebei, durch Verſchiebung ſeiner Theile, eintretenden Reibung. Es ſind nämlich die mit der Verlängerung und jene mit der Verkürzung eines Drahtes verbundenen Temperatur⸗Aenderungen gleich und entgegengeſezt; nun iſt es aber bei der Reibung für deren Wirkung einerlei: ob die ſie veranlaſſende Bewegung vorwärts oder rückwärts geſchieht, und da nun mithin bei gleich ſtarken, aber entgegengeſezten Verſchiebungen die Reibung dieſelbe iſt, und gleiche Wirkungen hervorbringt, ſo kann ſie auch nicht in dem einen dieſer beiden Fälle

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Kalk, kohlenſaurer (Calcit-Carbonat)	2, 3	0, 270	Lavoiſier
Kalk-Hydrat (gelöſchter Kalk)	—	0, 40	„
Kobalt	gegoſſen 7, 812	0, 1498	Dulong
Kochſalz	2, 120	0, 230	Dalton
Kreide, weiße	2, 657	0, 27	„
Kryſtall	(Bergkryſtall 2, 658)	0, 1929	Lavoiſier
Kupfer	gegoſſen 8, 788, gehämmert 9, 0	0, 1111	Crawford
„	—	0, 114	Wilke
„	0° C. — 100°	0, 0949	Dulong
„	0° C. — 300°	0, 1013	„
Kupferoxyd	6, 130	0, 2272	Crawford
Lunge eines Schafes	—	0, 769	„
Meſſing	(gegoſſen 8, 44) 8, 36	0, 1123	„
		0, 116	Wilke
		0, 11	Dalton
Muskelfleiſch, mageres, eines Ochſen	—	0, 740	Crawford
Nickel	geg. 8,279, geſtr. 8,666	0, 10	Dalton
„	—	0, 1035	Dulong
Ochſenhaut mit Haaren	—	0, 787	Crawford
Pferdebohnen	—	0, 502	„
Platin	(gänzlich reines? 23, 543) 21, 70	0, 13	Irvine
	0° C. — 100°	0, 0335	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0355	„
Pottaſche	1, 346	0, 759	Kirwan
Reiß	—	0, 506	Crawford
Schwefel	1, 980	0, 19	Dalton
	—	0, 183	Kirwan
	—	0, 188	Dulong
Silber	(gegoſſen 10, 230) 10, 001	0, 082	Wilke
		0, 08	Dalton
	0° C. — 100°	0, 557	Dulong
	0° C. — 300°	0, 611	„
Steingut	—	0, 195	Kirwan
Steinkohle	—	0, 2777	Crawford
		0, 28	„
Stib	(Antimon; Spießglanz 6, 86) 6, 107	0, 086	Kirwan
		0, 0645	Crawford
		0, 063	Wilke
		0, 06	Dalton
	0° C. — 100°	0, 0507	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0549	„
Tellur	6, 245	0, 0912	„
Wallrath (Spermacet)	0, 943	0, 399	Kirwan

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Wismuth	(gediegen 9,830; gegoſſen 9,832; gehämmert 9,883)	0,043	Wilke
		0,044	Dalton
		0,0288	Dulong
Zink	(gegoſſen 7,218; gehämmert 7,861)	0,0943	Crawford
		0,102	Wilke
	7,154	0,10	Dalton
	0° C. — 100°	0,0927	Dulong
	0° C. — 300°	0,1015	⸗
Zinkoxyd	5,60	0,1369	Crawford
Zinn	(gegoſſen 7,291; gewalzt 7,475)	0,0704	⸗
		0,07	Dalton
		0,060	Wilke
		0,0514	Dulong
Zinnoxyd	6,90 (luftfreies)	0,0990	Crawford
		0,096	Kirwan
Zinn⸗Bleioxyd	—	0,102	⸗
Zucker	1,17	0,77	Dalton

W. Weber's Verſuchen über die Eigenwärme der Metalle (Poggendorff's Annalen der Phyſik XX. 177 ff.) zufolge iſt die Eigenwärme der nachbenannten Metalle bei conſtantem Druck (vergl. oben S. 114 ff. und 163 ff.) und bei conſtantem Volumen, wie nachſtehende Tabelle ausſagt:

Benennung der Stoffe.	Bei conſtantem Drucke.	Bei conſtantem Volum.
Eiſen	0,1100	0,1026
Platin	0,0314	0,0259
Silber	0,0557	0,0525
Kupfer	0,0949	0,0872

Zugleich ergab ſich aus dieſen Verſuchen und denen zugehörigen Betrachtungen und Folgerungen: 1) daß die Temperatur eines Drahtes im Augenblicke einer Verlängerung oder Verkürzung ſich ändert, vermöge der ihm dadurch erwachſenden Volum⸗Aenderung, nicht aber wegen der hiebei, durch Verſchiebung ſeiner Theile, eintretenden Reibung. Es ſind nämlich die mit der Verlängerung und jene mit der Verkürzung eines Drahtes verbundenen Temperatur⸗Aenderungen gleich und entgegengeſezt; nun iſt es aber bei der Reibung für deren Wirkung einerlei: ob die ſie veranlaſſende Bewegung vorwärts oder rückwärts geſchieht, und da nun mithin bei gleich ſtarken, aber entgegengeſezten Verſchiebungen die Reibung dieſelbe iſt, und gleiche Wirkungen hervorbringt, ſo kann ſie auch nicht in dem einen dieſer beiden Fälle

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Kalk, kohlenſaurer (Calcit-Carbonat)	2, 3	0, 270	Lavoiſier
Kalk-Hydrat (gelöſchter Kalk)	—	0, 40	ſ
Kobalt	gegoſſen 7, 812	0, 1498	Dulong
Kochſalz	2, 120	0, 230	Dalton
Kreide, weiße	2, 657	0, 27	ſ
Kryſtall	(Bergkryſtall 2, 658)	0, 1929	Lavoiſier
Kupfer	gegoſſen 8, 788, gehämmert 9, 0	0, 1111	Crawford
ſ	—	0, 114	Wilke
ſ	0° C. — 100°	0, 0949	Dulong
ſ	0° C. — 300°	0, 1013	ſ
Kupferoxyd	6, 130	0, 2272	Crawford
Lunge eines Schafes	—	0, 769	ſ
Meſſing	(gegoſſen 8, 44) 8, 36	0, 1123	ſ
		0, 116	Wilke
		0, 11	Dalton
Muskelfleiſch, mageres, eines Ochſen	—	0, 740	Crawford
Nickel	geg. 8,279, geſtr. 8,666	0, 10	Dalton
ſ	—	0, 1035	Dulong
Ochſenhaut mit Haaren	—	0, 787	Crawford
Pferdebohnen	—	0, 502	ſ
Platin	(gänzlich reines? 23, 543) 21, 70	0, 13	Irvine
	0° C. — 100°	0, 0335	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0355	ſ
Pottaſche	1, 346	0, 759	Kirwan
Reiß	—	0, 506	Crawford
Schwefel	1, 980	0, 19	Dalton
	—	0, 183	Kirwan
	—	0, 188	Dulong
Silber	(gegoſſen 10, 230) 10, 001	0, 082	Wilke
		0, 08	Dalton
	0° C. — 100°	0, 557	Dulong
	0° C. — 300°	0, 611	ſ
Steingut	—	0, 195	Kirwan
Steinkohle	—	0, 2777	Crawford
		0, 28	ſ
Stib	(Antimon; Spießglanz 6, 86) 6, 107	0, 086	Kirwan
		0, 0645	Crawford
		0, 063	Wilke
		0, 06	Dalton
	0° C. — 100°	0, 0507	Dulong
	0° C. — 300°	0, 0549	ſ
Tellur	6, 245	0, 0912	ſ
Wallrath (Spermacet)	0, 943	0, 399	Kirwan

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Wismuth	(gediegen 9,830; ge-	0,043	Wilke
	goſſen 9,832; ge-	0,044	Dalton
	hämmert 9,883)	0,0288	Dulong
Zink	(gegoſſen 7,218; ge-	0,0943	Crawford
	hämmert 7,861)	0,102	Wilke
	7,154	0,10	Dalton
	0° C. — 100°	0,0927	Dulong
	0° C. — 300°	0,1015	„
Zinkoxyd	5,60	0,1369	Crawford
Zinn	(gegoſſen 7,291; ge-	0,0704	„
	walzt 7,475)	0,07	Dalton
		0,060	Wilke
		0,0514	Dulong
Zinnoxyd	6,90 (luftfreies)	0,0990	Crawford
		0,096	Kirwan
Zinn-Bleioxyd	—	0,102	„
Zucker	1,17	0,77	Dalton

W. *Weber's* Verſuchen über die Eigenwärme der Metalle (*Poggendorff's* Annalen der Phyſik XX. 177 ff.) zufolge iſt die *Eigenwärme* der nachbenannten *Metalle* bei *conſtantem Druck* (vergl. oben S. 114 ff. und 163 ff.) und bei *conſtantem Volumen*, wie nachſtehende Tabelle ausſagt:

Benennung der Stoffe.	Bei conſtantem Drucke.	Bei conſtantem Volum.
Eiſen	0,1100	0,1026
Platin	0,0314	0,0259
Silber	0,0557	0,0525
Kupfer	0,0949	0,0872

Zugleich ergab ſich aus dieſen Verſuchen und denen zugehörigen Betrachtungen und Folgerungen: 1) daß die *Temperatur* eines Drahtes im Augenblicke einer Verlängerung oder Verkürzung *ſich ändert*, *vermöge* der ihm dadurch erwachſenden *Volum-Aenderung*, nicht aber wegen der hiebei, durch Verſchiebung ſeiner Theile, eintretenden Reibung. Es ſind nämlich die mit der Verlängerung und jene mit der Verkürzung eines Drahtes verbundenen Temperatur-Aenderungen *gleich* und *entgegengeſezt*; nun iſt es aber bei der Reibung für deren Wirkung einerlei: ob die ſie veranlaſſende Bewegung vorwärts oder rückwärts geſchieht, und da nun mithin bei *gleich ſtarken*, aber *entgegengeſezten* Verſchiebungen die Reibung *dieſelbe* iſt, und gleiche Wirkungen hervorbringt, ſo kann ſie auch nicht in dem *einen* dieſer beiden Fälle

fordern, um bis zu ein und derſelben Temperatur (oder: um bis zu einem und demſelben Fühlwärme-Grad) erwärmt zu werden; 2) daß gleiche Wärmemengen ungleiche Materien nur dann zur gleichen Fühlwärme erheben, wenn die Gewichte der Materien ſich umgekehrt verhalten, wie ihre Wärmedämpfungs-Vermögen oder Wärmecapacitäten; oder, da die von einer Materie gedämpfte Wärme betrachtet werden kann: als eine von der Materie aufgenommene (oben S. 86 und 93), mithin derſelben eigen gewordene Wärme — wie die (in Zahlen ausdrückbaren) Größen ihrer Eigenwärme (oder, ihrer comparativ eigenthümlichen oder ſpecifiſchen Wärme) Um 33 Pfund Merkur einen Grad Fühlwärme zu ertheilen, wird alſo dieſelbe Anwärmungs-Größe oder Wärme-Menge erfordert werden, als nöthig iſt, um 1 Pfund Waſſer um 1° fühlwarm zu machen. Da jenes Wirkende, was die Wärme dämpft in gegen dieſelbe gerichteten Anziehungen beſteht (oben S. 202 ff.), und dieſe, ſo verſchieden ſie auch ihren Urſachen und anderweiten Wirkungen nach ſein mögen, doch darin übereinkommen: daß ſie die Wirkung gegen die Wärme miteinander gemein haben, ſo wird 3) die Größe der Eigenwärme jeder Materie auch einen Maaßſtab darbieten: für die Größe der Summe der in jeder Materie wirkſamen Anziehungskräfte, und damit: für die Haupteigenſchaften und daraus erwachſenden Verſchiedenartigkeiten jeglicher Art von Materie; Gründe genug, um die Beſtimmung der Eigenwärme der Materien aller Art mit möglichſt größter Genauigkeit zu vollziehen. Was aber ſolche Genauigkeit ſehr erſchwert, iſt theils die Abhängigkeit jeder Materie von denen „während der Eigenwärme-Beſtimmung" veränderlichen Anwärmungen durch die Umgebungen der Materie; theils die Abhängigkeit der Eigenwärme-Größe ſelbſt von der Temperatur der Materie; denn, ſofern die Materien durch Anwärmung ausgedehnt werden, vermehrt ſich auch ihre Wärme-Faſſungsfähigkeit (vergl. m. Grundz. II. 317), und mithin ihre Eigenwärme, und jene Wärme des Mittels (Mediums) welche auf die Materie ausdehnend wirkt, übt dieſe Wirkung nur aus: weil ſie und inſoweit ſie von Anziehungen der Materie getroffen und hiemit gedämpft wird; theils auch das Unvermögen verſchiedener Materien (z. B. der ſtarren) ſich mit anderen (z. B. mit Flüſſigkeiten) in hinreichend innige Berührung verſetzen zu laſſen, und endlich die, nach obigem Verfahren ſtets unvermeidliche, Theilnahme der Gefäße an den Entwärmungen, oder Falls deren Fühlwärme jene der durch Mengung oder durch phyſiſche Miſchung in Wärme-Austauſch zu verſetzenden Materien übertrifft, an den Anwärmungen. Dieſe der genauen Eigenwärme-Beſtimmung widrigen Umſtände haben ſchon vor längerer Zeit die Phyſiker veranlaßt, ſich ſtatt des beſchriebenen folgender Verfahren zu bedienen: a) Beſtimmung der Eigenwärme mittelſt der Eisſchmelzung im Wärmegrößen-Meſſer oder Eis-Calorimeter.

Da ſich Eis wohl unter 0° C. tiefer kälten, hingegen nicht anwärmen läßt ohne zu ſchmelzen (oben S. 54 ff., 190) da ferner auch das bereits zu tropfbarem Waſſer geſchmolzene Eis nicht über 0° C. angewärmt werden kann, ſo lange noch irgend etwas Eis zugegen iſt, und da man endlich jene Wärmegröße (Wärmemenge) kennt, welche ein gegebenes Gewicht Eis heiſcht um eiskaltes Waſſer zu ſchmelzen, ſo darf man nur die Einrichtung ſo treffen: daß, um die Eigenwärmen der verſchiedenen, zuvor bis zu gleicher Temperatur angewärmten Materien zu beſtimmen, gleiche Gewichte derſelben, in getrennten Verſuchen, dergeſtalt zwiſchen Eis gebracht werden, daß das ſolche Materien faſſende Gefäß einen Eisbehälter umfaßt, während es ſelber von einem dergleichen Behälter umgeben iſt, und daß jene Eis-Menge, welche die in das Gefäß gebrachte, ihrer Eigenwärme nach zu beſtimmende Materie anwärmend ſchmilzt, durch einen gemeinſchaftlichen, eiskalten Trichter geſammelt und gewogen werden kann*); da nun die anwärmende Materie nur ſo lange Eis ſchmilzt, bis ſie ſelber 0° C. erreicht hat, und da die Menge des geſchmolzenen Eiſes mit der dem Eiſe von Seiten der Materie zu Theil gewordenen Wärme in beſtimmtem Verhältniß ſteht, ſo läßt ſich aus dieſer Menge (da 1 Pfund Waſſer von 75° C. gerade ein Pfund Eis ſchmilzt und mit demſelben 2 Pfund Waſſer von 0° C. darſtellt), die von der Materie an das Eis im Calorimeter übergangene Wärme meſſen, und mithin auch das Verhältniß derſelben zu der urſprünglichen Temperatur jener Materie berechnen; b) Beſtimmung der Eigenwärme durch Abkühlung; vergleiche oben S. 91—94. Johann Tobias Mayer hat dieſes Verfahren zuerſt in Anwendung gebracht und dargethan, daß es unter allen damals bekannten das vorzüglichſte ſey; Deſſen: die Geſetze und Modificationen des Wärmeſtoffes. Erlangen 1796. §. 140 ff. Zu meiden iſt hiebei jede Abänderung der Abkühlung durch theilweiſe entwärmende Luftſtrömungen und zu ſichern iſt Gleichheit der Wärme-Entſtralung für alle ſolchen Verſuchen unterworfene verſchiedene Materien; beides ſuchten Dulong und Petit (S. 92) dadurch zu erreichen: daß ſie die bis zu gleicher Temperatur erwärmten Materien nach einander in eine und dieſelbe ſilberne Hohlkugel einſchloſſen, die Abkühlung dieſes Behälters im ſog. leeren, Zuführung von Auſſen-Wärme verhütenden Raume vor ſich gehen, und dieſe Abkühlung bis zu ein und demſelben Temperatur-Grade des in die Kugel tauchenden Thermometers fortſchreiten ließen; ſo daß dann alſo bei den verſchiedenen Materien ſich wirklich die Zeiten ihrer

---

*) Auch reicht ſchon ein Stück ausgehöhlten Eiſes hiezu hin, wenn man es in der Mitte aushöhlt, die zu beſtimmende Materie hineinlegt und mit einem gleichgearteten Deckel die Höhlung ſchließt. Beim Schmelzen des Eiſes erfolgt übrigens, wie bei jedem Uebergange aus dem leichter beweglichen in den minder beweglichen Zuſtand (oben S. 163—164) eigentliche ſogenannte Wärme-Bindung oder Latent-Machung der Wärme und nicht bloße Dämpfung derſelben.

Erkaltung ſich verhalten mußten: wie ihre Eigenwärmen; c) Beſtimmung der Eigenwärme durch Anwärmung. Bei der Beſtimmung der Eigenwärme von Mineralwaſſern bediente ich mich theils der Vermiſchung des Mineral-Waſſers mit deſtillirtem Waſſer von ungleicher Temperatur (oben S. 304) theils der Abkühlung, theils eines von mir für dieſe Verſuche eigens gewählten lezteren Verfahrens, indem ich die nach einander in dieſelbe gläſerne Hohlkugel ſammt Thermometer gebrachten Wäſſer, mittelſt dieſer Kugel in ſiedendes Waſſer bis zu in allen Verſuchen gleicher Tiefe tauchte und die Zeit maaß, innerhalb welcher das in Beziehung auf ſeine Eigenwärme fragliche Waſſer bis zu gewiſſen Temperatur-Graden angewärmt erſchien; vergl. m. Arch. f. d. ges. Naturl. XIII. 452, XIV. 66 und XVIII. 489 ff. Es verſteht ſich von ſelber, daß „ſehr gasreiche" Waſſer in dieſer Weiſe, rückſichtlich ihrer Eigenwärme-Größe eben ſo wenig in den Verſuch genommen werden können, wie die Dünſte. Leztere, ſo wie die Gaſe, bieten in dieſer Hinſicht überhaupt ungewöhnliche Schwierigkeiten dar; da leztere nemlich, verglichen mit den tropfbaren und ſtarren Weſen, ihrer geringen Dichte gemäß wenig wägbare Materie enthalten, ſo werden ſie auch (Falls ſie dabei Gaſe zu ſein nicht aufhören) nur geringe Wärme-Entwickelungen oder Dämpfungen gewähren können, wenn man ſie eines oder das andere zu leiſten veranlaßt. Aus dieſem Grunde kann man, um die Größe ihrer Eigenwärme zu ermitteln, weder das Verfahren der phyſiſchen Miſchung (oben S. 22, 36, 37 und 94 Anm. *), noch jenes der Zeitmeſſung ihrer Abkühlungs- oder Anwärmungs-Dauer, noch das der Eis-Schmelzung (mittelſt des erwähnten, von Lavoiſier und Laplace erfundenen Eis-Calorimeter's **) bei ihnen in Anwendung bringen, ſondern man muß

*) Bei chemiſchen Verbindungen treten in der Regel ungewöhnliche Verdichtungen (Zuſammenziehungen), ſeltener dergleichen Verdünnungen (Ausdehnungen) ein, und noch ſeltener entſpricht die Dichte des gewordenen chemiſchen Gemiſches der berechneten mittleren Dichte (oben S. 43 ff.). Auch iſt, zumal im erſteren Falle, die beim chemiſchen Miſchen entwickelte Wärme größer, und nicht ſelten weit größer, als ſie der dabei ſtattfindenden Verdichtung gemäß ſein ſollte. Aus dieſen Gründen darf man die Eigenwärme zweier Materien, welche wechſelſeitig chemiſch aufeinander einzuwirken vermögen, nicht der phyſiſchen Miſchung unterwerfen wollen, um ihre Wärme-Capacitäten zu ermitteln. Auch ſelbſt bei ſolchen Subſtanzen, die nur große Haftziehung (Adhäſion) zu einander beſitzen, wird das Eigenwärme-Beſtimmen durch phyſiſches Miſchen bedenklich, weil durch dieſe Ziehung ebenfalls Wärme zur Entwicklung gelangt; vergl. oben S. 110 ff. mit S. 64, S. 105 Anm. und S. 120. Eine Erklärung jener (oben S. 304 Anm.) gedachten, von de Luc und Dalton wahrgenommenen Thatſache: daß gleiche Maaße Waſſer von ungleicher Temperatur, mit einander vermiſcht ein Waſſer von etwas kleinerem Volum, und mithin von geringerer Wärme-Capacität und daher etwas größerer Temperatur geben, als man der Berechnung gemäß erwarten durfte, verſuchte ich S. 583 des II. B. der 2. Aufl. m. Experimentalphyſik zu geben.

**) Statt der zu dieſem Calorimeter gehörigen Gefäße (3 ineinander ſchiebbare Hohl-Cylinder; vergl. m. Experimentalphyſik II. 580) kann man auch dergleichen geradezu von Eis fertigen, die ihrer Wärmeabgabe nach zu prüfende Materie hineinbringen

hiezu entweder das Abkühlungs-Verfahren dadurch einer beſonderen Abänderung unterwerfen, daß man, das Eis-Calorimeter in ein Waſſer-Calorimeter verwandelnd, wie *De Laroche* und *Berard* mit genügendem Erfolg verſuchten, nach und nach viel des ſeiner Eigenwärme nach zu beſtimmenden Gaſes, von bekanntem ſich während des Verſuches gleichbleibendem Drucke und bekannter hoher Temperatur, durch eine von Abkühlungs-Waſſer umgebene, ſchlangen- oder ſpiral-förmig gebogene Metallröhre (dieſelbe und hiedurch das Waſſer zu beſtimmbaren Temperaturgraden anwärmend) leitet, und ſowohl die auf ſolchem Wege dem Waſſer, wie dem Metalle, ertheilte höhere Temperatur, als auch die dem durchgeleiteten Gaſe verbliebene niedere mißt, oder man genüget ſich daran den Werth der Eigenwärme der Gaſe aus anderweiten Verhalten derſelben abzuleiten *). Wählt man aber, zur Würdigung der Eigenwärmen der Materien, die *des reinſten Waſſers* zur zu vergleichenden Einheit (oben S. 306), ſo wird man wohl thun, ſie bei einer beſtimmten niederen Temperatur am beſten: bei der ſeiner *größten Dichte* (oben S. 175 Anm.) zu meſſen, und auf dieſe Temperatur die Beſtimmungen der übrigen Materien zu berechnen; denn mit der *Erhöhung der Temperatur* (ſchon weil ſolche Erhöhung aus-

---

und, wie Seite 307 Anmerk. erwähnt, behandeln. Jene Materie, welche, in *einander gleichen*, nach einander folgenden Verſuchen, die größte Menge Eis ſchmilzt, beſizt die größte Eigenwärme. *Waſſer* zeigte, auf ſolchem Wege geprüft, noch ein Mal ſo viel Eigenwärme als *Oel*, dreimal ſo viel als *concentrirte Schwefelſäure*, fünfmal ſo viel als feingepulvertes *Glas*, und $33\frac{1}{2}$ mal ſo viel als laufendes Mercur; alle dieſe Subſtanzen waren urſprünglich bis zu $37\frac{1}{2}°$ C. angewärmt geweſen. Um alſo *Mercur* von 0° bis 37°,5 C. anzuwärmen, bedarf es $\frac{1}{33,333}$... um die Temperatur des *Glaſes* in gleichem Maaße zu erhöhen $\frac{1}{5}$, um *concentrirte Schwefelſäure* um eben ſo viel zu erwärmen $\frac{1}{3}$ und um *Oel* von 0° bis zu 37°,5 C. warm zu machen der Hälfte deſſen, was (dem Gewichte nach) eben ſo viel *Waſſer* fordert, um von 0° C. bis 37°,5 erwärmt zu erſcheinen. Aus gleichem Grunde hat man, um *Kuhmilch* anzuwärmen, beiläufig $\frac{2}{100}$ weniger Feuer nöthig, als um Waſſer eben ſo warm zu machen, da die Eigenwärme jener Milch = 0,98 beträgt, wenn die des Waſſers gleich 1,00 iſt, und aus gleichem Grunde laſſen ſich *Fleiſch* und *Gemüſe*, ſo wie deren *Brühen*, desgleichen *Butter* und *Fett* aller Arten und überhaupt jede Speiſe und jedes Getränk mit weniger Feuer bis zu einer gewiſſen (geforderten) Fühlwärmeſtufe anwärmen, als man nöthig haben würde, um eine gleiche Gewichtsmenge Waſſers eben ſo heiß zu machen. In Kochöfen muß man daher den nur mit Waſſer gefüllten Gefäßen (Häfen ꝛc.) die heißeſte, den Gemüſen, Kartoffeln ꝛc. die minder heiße, den Fleiſchſpeiſen, Braten, Eiern, Kuchen ꝛc. die weniger heiße, und den zu bereitenden Fettbrühen die wenigſt heiße Stelle geben, wenn alle in nahe gleicher Zeit gleich heiß werden ſollen. Will man freilich dergleichen Flüſſigkeiten zum Sieden bringen, ſo wird man einen Theil dieſer Erſparung von Anwärmungshitze wieder einbüßen, weil die meiſten dieſer und ähnlicher Flüſſigkeiten (geiſtige Getränke ausgenommen) bei *höhern* Temperaturen ſieden, als das Waſſer.

*) Wie *Dulong* that, indem er die *Eigenwärme* der Gaſe aus der *ungleichen Höhe der Töne* berechnete, welche ſie als Erfüller eines und deſſelben Flötenhohlraumes, hervorbringen. Indem nämlich eine Gasſäule nicht nur durch *größere Anwärmung*, ſondern auch durch *größeren Eigenwärme-Gehalt* mehr

dehnend wirkt*) wächſt auch bei allen Materien, die Wärme-Dämpfung oder Wärme-Capacität derſelben (um wieviel? ſteht freilich noch zu ermitteln). Bei Gaſen ſezt man jedoch, auch, Falls man ſie hinſichtlich ihrer Eigenwärme-Größen nur unter ſich zu vergleichen beabſichtigt, die Eigenwärme der atmoſphäriſchen

---

geſpannt ſich zeigt, bildet ſie, in gleichförmige Schallſchwingung verſezt, kürzere und mithin in derſelben Zeit auch mehr Wellenſchläge (Schwingungen) als die minder fühl- oder eigenwarme Gasſäule; die kürzeren Wellen gehören aber den höheren, die längeren (mehr Zeit verbrauchenden nnd daher in dieſem Sinne langſameren) den tieferen Tönen an, ſo daß man alſo aus der Tonhöhe auf die größere Schallgeſchwindigkeit und dadurch, bei gleicher Temperatur der Gaſe, auf die größere Eigenwärme derſelben beiläufig ſchließen kann. Chladni's Verſuchen zufolge berechnete ſich hienach die Sekundengeſchwindigkeit des Schalles in den verſchiedenen Gaſen, unter einerlei Druck und bei gleicher ohngefähr 10°—11° R. betragender Temperatur, in Fußmaß ausgedrückt, wie nachſtehende Tafel beſagt:

Schallgeſchwindigkeit in 1 Zeit-Sekunde, im atmoſphäriſchen Gaſe und eben ſo in einem der atmoſphäriſchen Luft nachgebildeten, phyſiſchem Gemiſche von

Oxygen- und Azot-Gas	=	1038	Pariſer Fuß,
im Oxygen-Gaſe	=	950—960	"
Azot-Gaſe	=	990	"
Hydrogen-Gaſe	=	2100—2500	"
Carbonſäure-Gaſe	=	840	"
Azotoxyd- oder Salpetergaſe	=	980	"

was mithin wenigſtens auf eine entſprechende Verſchiedenheit der Eigenwärme Größen der genannten Gaſe ſchließen läßt, jedoch, als Beſtimmungs-Verfahren betrachtet, noch unvollkommen genug iſt, um die Abweichungen der aus dieſen Ergebniſſen zu folgernden Eigenwärme-Unterſchiede von denen durch De Laroche und Berard gewonnenen erklärbar zu finden. Dulong berechnete die Eigenwärme der Gaſe aus den Unterſchieden ihrer ſogenannten Schallgeſchwindigkeiten (oder vielmehr: aus dem der Größen ihrer Schallwell-Längen) wie folgt:

Atmoſphäriſche Luft	= 1000	Carbonoxyd-Gaſe	= 1,000
Oxygen-Gas	= 1000	Carbonſäure-Gas	= 1,175
Azot-Gas	= 1,000	Oel-Gas	= 1,531
Hydrogen-Gas	= 1,000		

was denn freilich auffallend genug von denen aus Abkühlungs-Verſuchen berechneten Unterſchieden abweicht, ſich zum Theil aber daraus erklärt, daß durch die Schallwellen-Bildung Zuſammendrückungen und Wiederausdehnungen erfolgen, von denen die erſteren während der Wellen-Bildungsdauer größer ſind und mithin mehr Wärme-entwickelnd wirken, als die lezteren (das Mehr der dadurch momentan freigewordenen Wärme muß aber dort am ſtärkſten hervortreten, wo die größte Dichte iſt) welche Wärme anwärmend und damit Wellen kürzend (Schallbeſchleunigend) wirkt, während zugleich die ungleiche Adhäſion der verſchiedenen Gaſe an die Subſtanz der Flöten-Innenfläche, die Wirkung dieſer Wärme abändert; wie denn z. B. die brennbaren Materien einander mehr anhaften als brennbare und verbrannte, oder als verbrannte und zündende, das Hydrogengas ohne Zweifel ſtärker vom Holz (oder vom brennbaren Holzvertreter) der Flöte, wenn es in dieſer Hinſicht mit dem Oxygen verglichen und mit demſelben zu gleichen Gewichtstheilen in den Verſuch genommen würde, angezogen werden würde, als das Oxygen, und eben ſo auch als das Azot-, Carbonoxyd- und Carbonſäure-Gas.

*) Wie ſolches vorzüglich aus Verſuchen erhellte, welche Dalton, ſo wie Dulong und Petit anſtellten; m. Experimentalphyſik II. 581 ff. — Dulong und Petit zufolge war die mittlere Eigenwärme, die des Waſſers gleich 1 geſezt, beim Eiſen zwiſchen 0°—100° C. = 0,1098; zwiſchen 100°—200° hingegen = 0,1150; zwiſchen 200°—300° ſchon = 0,1218 und zwiſchen 300°—400° gar 0,1255. Dieſelben

Luft gleich 1; will man dieſe dann, und damit jene der übrigen in dieſer Hinſicht mit ihr bereits verglichenen Gaſe, auf die Eigenwärme des Waſſers bezogen ſehen, ſo verfährt man am zweckmäßigſten auf ähnliche Weiſe, wie Rumford, als er durch folgende Verſuchs-Weiſe, mittelſt ſeines Waſſer-Calorimeters, ſowohl dergleichen Meſſungen vollbrachte, als auch die Erfindung des von De Laroche und Berard benuzten Apparates veranlaßte. R. leitete nämlich, um die Eigenwärme der Luft in Beziehung auf die des Waſſers zu beſtimmen, eine gemeſſene und gewogene Menge erwärmter atmoſph. Luft durch ein kupfernes Schlangenrohr, das von Waſſer umgeben, einem mit dieſem, ſeinem Gewichte nach bekannten Waſſer angefüllten kupfernen Gefäße zugehöre, und vermochte ſo, aus der dem Waſſer zu Theil gewordenen Temperatur-Erhöhung und dem der Luft erwachſenen Wärme-Verluſt zu berechnen: wie ſich die Wärme-Faſſungs-Größe der Luft zu jener des Waſſers verhalte? Indeſſen tritt das Waſſer, während des Verſuches (und ebenſo auch in den Verſuchen von De Laroche und Berard) in derſelben Zeit und in gleichem Maaße wie es ſich erwärmt, auch an ſeine äußeren Umgebungen Wärme ab, was dann, wenn man es nicht in Rechnung zu nehmen wüßte, als Verluſt die Wärmegröße der Luft benachtheiligen würde. Man begegnet dieſem Uebelſtande dadurch, daß man, nachdem die Vorrichtung des Calorimeter bis zu beſtimmten Thermometergraden unter der Temperatur der Umgebungen erkaltet iſt, den eigentlichen Verſuch damit beginnt, daß man die erhizte Luft das Schlangenrohr durchſteigen läßt, und mit dieſem Durchſteigen in demſelben Augenblicke aufhört, in welchem das Thermometer im Apparate genau um ſoviel Grade über die äußere Temperatur geſtiegen iſt, wie der Apparat zuvor unter der Temperatur der Umgebungen gefallen war. So viel Wärme

---

ausgezeichneten Phyſiker fanden die mittlere Wärme-Capacität bei nachbenannten Stoffen mit der Temperatur wachſend, wie es folgende Tafel anzeigt:

Zwiſchen 0° — 100° C.;		zw. 0° — 300°	zwiſchen 0° — 100°;		zw. 0° — 300°
Merkur	0,0330;	0,0350	Kupfer	0,0949;	0,1013
Zink	0,0927;	0,1015	Platin	0,0335;	0,0355
Stib	0,0507;	0,0549	Glas	0,01770;	0,1900
Silber	0,0557;	0,0611			

Jene Metalle, deren Ausdehnung mit wachſender Temperatur am ſchnellſten zunimmt, ſollen auch die ſtärkſten durch Temperatur-Erſchöpfung bedingten Eigenwärme-Steigerungen darbieten. Wahrſcheinlich gilt dieſes auch von allen übrigen Materien, und nur das Waſſer ſoll, Ure zufolge, mit geſteigerter Temperatur nicht an Eigenwärme gewinnen, ſondern verlieren. — Aus jener Eigenwärme-Vermehrung der übrigen Stoffe, mittelſt Erhitzung derſelben, erklärt ſich, warum mehrere derſelben, z. B. Metalle, beim Abkühlen durch Berührung kalter Körper dieſe ungewöhnlich heiß und heißer machen, als man aus dem Temperatur-Unterſchied beider Körper erwarten ſollte, und warum manche derſelben ungemein viel Zeit erfordern, um ſich gänzlich abzukühlen, z. B. ſtark erhizte Kachelöfen, dickwandige Eiſenöfen; weil ſie, erkaltend nicht nur die ihnen zuvor mitgetheilte Anwärmungshitze, ſondern auch die ihnen hiebei gewordene größere Eigenwärme wieder (ſey es mittheilend und ableitend, oder — hauptſächlich — ſtralend) entwickeln.

nun hiebei das Waſſer anfänglich, da es von der künſtlich erniedrigten Temperatur bis zu jener der Umgebungen ſtieg, von dieſen Umgebungen empfieng, ſo viel gab es auch wieder, während es ſich um eben ſo viele Grade über die Temperatur dieſer Umgebungen erhob, an dieſelben ab; es hat daher im Ganzen gerechnet, keinen Wärmeverluſt erlitten, und ſo viel Wärme, wie zu dieſer Temperatur-Steigerung des Waſſers erforderlich war, ſo viel hat mithin die durchſtiegene Luft an daſſelbe auch wirklich abgegeben. Nachſtehende Tafel enthält erſtens (linker Hand) die Ergebniſſe der Verſuche De Laroche's und Berard's gewonnen bei gleichem Umfang und unverändertem Drucke; zweitens (in Mitten) dieſelben dividirt durch die Eigengewichte der Gaſe und dadurch auf gleiches Gewicht derſelben gebracht, und drittens (zur Rechten berechnet nach Rumford's Verſuchen, Waſſer gleich 1 geſezt:

1) bei gleichem Volum; atm. Luft gleich 1 geſezt C°:		2) bei gleichem Gew. atm. Luft gleich 1.	3) Waſſer gl. 1,0000; nach Gr. Rumford:
Atm. Luft	= 1,0000	= 1,0000	0,2669
Azot-Gas *)	= 1,0000	= 1,1270	0,2754
Oxygen-Gas	= 0,9765	= 0,8814	0,2361
Hydrogen-Gas	= 0,9033	= 13,0870	3,2936
Carbonoxyd-Gas	= 1,0340	= 1,0600	0,2884
Carbonſäure-Gas	= 1,2583	= 0,8255	0,2210
Oelgas **)	= 1,5530	= 1,5763	0,4207
Waſſergas	= 1,9600	= 5,1360	0,8470 ***).

*) Da die reine atmoſphäriſche Luft aus Azotgas und Oxygengas (nebſt Waſſergas und etwas Carbonſäuregas) phyſiſch zuſammengeſezt iſt, Oxygengas aber eine geringere Wärme-Faſſung beſizt, als Azot, ſo muß in ihr dieſes Weniger anderweit ausgeglichen ſein, wenn das Azotgas hinſichtlich der Eigenwärmegröße wirklich mit ihr ſo vollkommen übereinſtimmt, wie es die erſte Abtheilung obiger Tafel beſagt. Aufſchluß hierüber gibt die zweite Abtheilung der Tabelle, indem ſie zeigt: daß künſtliche, nur aus 79 Azot- und 21 Oxygen-Gas beſtehende atm. Luft die Wärmefaſſung der trocknen, natürlichen Luft noch um etwas (79 mal 1,1270 = 89,0330; 21 Mal 8814 = 18,5094; 89,0330 + 185094 = 107,5424), nämlich um wenig über 7 ½ Procent überbieten würde, was durch die Mitanweſenheit von Carbonſäuregas und verſchiedener, ebenfalls geringe Wärmefaſſung beſitzender, in kleinſten Mengen zugegenſeyender Dämpfe in der trocknen natürlichen Luft wieder gemindert wird.

**) Oelgas oder Oel-bildendes Kohlenwaſſerſtoff-Gas kann betrachtet werden als eine chemiſche Verbindung von 1 Maaß Kohlenſtoffdampf und 2 Maaß Hydrogengas, verdichtet zu 1 Maaß, erzeugt ſich, neben anderen ebenfalls aus Carbon (C) und Hydrogen (H) beſtehendem, aber doppelt ſo viel H enthaltenden Hydrocarbon-Gaſe, ſo wie neben Carbonoxyd- und Carbonſäure-Gas und verſchiedenen flüchtigen tropfbaren Röſtungs-Erzeugniſſen, bei der ſog. trocknen oder Röſtungs-Deſtillation, d. i. bei der Verkohlung der organiſchen Körper, bewirkt, unter Ausſchluß der atm. Luft, und in großer Menge, wenn man ein Gemiſch von 1 Theil Alkohol mit 4 Gewichtstheilen Vitriolöl erhizt; es verdichtet ſich mit Chlorgas zu einer ölartigen Flüſſigkeit (daher der Name).

***) De Laroche's und Berard's Verſuche, aus deren Ergebniſſen die Inhalte der beiden erſten Abtheilungen obiger Tafel berechnet worden ſind, gaben nämlich die Erhöhung der Temperatur des Waſſers durch die atmoſphäriſche Luft und durch die übrigen, weiter unten namhaft aufgeführten Gaſe, um nachſtehende, deren Namen beigeſezte Centeſimal-Grade:

Die älteren Beſtimmungen der Eigenwärme ſind zwar zum Theil ſehr mangelhaft, zeigen jedoch auf den in dieſer Hinſicht ſtattfindenden Unterſchied der verſchiedenen tropfbaren und ſtarren Materien hin; nachfolgende alphabetiſch geordnete Ueberſicht enthält, neben neueren jene hieher gehörigen älteren Verſuchs-Ergebniſſe, welche den Vorwurf der Fehlerhaftigkeit am mindeſten verdienen:

A. Tropfbare.

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Alaun-Löſung	(100 Alaun, 445 Waſſer)	0, 649	Kirwan
Alkohol von	0, 793	0, 6220	Despretz
	0, 817	0, 70	Dalton
	0, 848	0, 76	"
Ammon, wäſſeriges v.	0, 948	1, 03	"
Baumöl	—	0, 5	"
"	—	0, 68	Kirwan
Bitterſalz-Löſung	(1 Magnit-Sulphat in 2 Waſſer)	0, 844	"
Blut, arterielles	—	1, 03	Crawford
" "	—	0, 913	John Davy
" venöſes	—	0, 8929	Crawford
" "	—	0, 903	John Davy
Erd-Naphtha	—	0, 41519	Rumford
Eiſenvitriol-Löſ.	(10 Eiſenoxydul-Sulphat 25 Waſſer)	0, 734	Kirwan
Eſſig aus Wein	—	0, 387	Dalton
" gewöhnl. (aus Malz?)	—	0, 92	"
" deſtillirter	—	0, 103	Kirwan
Eſſigſäure von	1, 056	0, 66	Dalton
Glauberſalz-Löſ.	(1 Natron-Sulphat 2, 9 Waſſer)	0, 728	Kirwan
Kali-Carbonat-L.	1, 30	0, 75	Dalton
Kalkwaſſer	—	0, 3346	Lavoiſier
Kochſalz-Löſung	(1 Salz 8 Waſſer)	0, 832	Kirwan
Kochſalz-Soole	1, 120	0, 8437	Biſchoff
" "	1, 197	0, 78	Dalton
Kuhmilch, friſche	—	0, 999	Crawford
" "	—	0, 98	Dalton
Leinöl	—	0, 528	Kirwan
Merkur (Queckſilber) v.	13, 3	0, 033	"
"	—	0, 0357	Crawford
"	—	0, 029	Lavoiſier

Atmoſphär. Luft um	15°, 7340	Carbonoxyd-Gas um	16°, 27000
Azot-Gas	15, 7340	Carbonſäure-Gas	19, 80000
Oxygen-Gas	15, 3650	Oel-Gas	24, 43500
Hydrogen-Gas	14, 2140	Waſſer-Gas	30, 83864

Um nun dieſe Temperatur-Erhöhungen als Werthe bezogen auf den zur Einheit angenommenen Werth der atmoſphäriſchen Luft auszudrücken, hatte man ſie nur mit 15, 734 zu dividiren, und erhielt dann z. B. für Oxygen 0, 97654; für Hydrogen 0, 90339 ꝛc., wie die oben befindliche Tabelle zeigt, in der die Bruchwerthe jedoch nur bis zur vierten Decimalſtelle angegeben wurden.

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Merkur (Queckſilber) v.	—	0, 0496	Dalton
"	0° — 100° C.	0, 033	"
"	0° — 300° C.	0, 035	"
Salmiak-Löſung	(1 Salm. 1, 5 Waſſer)	0, 0798	Kirwan
Salpeter-Löſung	(1 Salp. 8 Waſſer)	0, 8167	Lavoiſier
" "	(1 Salp. 3 Waſſer)	0, 646	Kirwan
Salpeterſäure von	1, 2	0, 76	Dalton
" "	1, 29	0, 66139	Lavoiſier
"	1, 2989	0, 62	Leslie
"	1, 30	0, 66	Dalton
" (rothe, rauchende)	1, 355	0, 576	Kirwan
"	1, 36	0, 63	Dalton
Salzſäure von	1, 122	0, 680	Kirwan
"	1, 153	0, 60	Dalton
Schwefeläther von	0, 715	0, 52	Despretz
"	0, 760	0, 66	Dalton
"	0, 817	0, 70	"
Schwefelſäure	1, 844	0, 35	"
"	1, 85	0, 3346	Lavoiſier
"	1, 872	0, 429	Kirwan
"	1, 872	0, 34	Leslie
"	1, 885	0, 758	Lavoiſier
"	4 und 5 Gewichtsth. Waſſer	0, 6631	"
"	4 u. 3 Gewichtsth. W.	0, 6031	"
"	1 Raumth. 1 Rth. W.	0, 52	Dalton
" braune	—	0, 350	Irvine
Spermacet-Oel	—	0, 500	Crawford
" "	—	0, 52	Dalton
Terpentin-Oel	—	0, 472	Kirwan
" "	—	0, 4	Irvine
	—	0, 33856	Rumford
Weinſtein-Löſung	(1 Kali-Bitartrat u. 237, 3 Waſſer)	0, 765	Kirwan
Zucker, brauner	in Waſſer gelöſ't	0, 086	Crawford

B. Starre (und Weiche):

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Achat	—	0, 195	Wilke
Aſche von Steinkohlen	—	0, 1855	"
" " Nadelholz	—	0, 091	"
" " Ulmenholz	—	0, 1402	"
Baumwolle	—	0, 53	Mayer
Blei	—	0, 05	Kirwan
"	—	0, 02819	Lavoiſier
"	—	0, 0352	Crawford
"	—	0, 042	Wilke

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Blei	—	0, 04	Dalton
„	—	0, 0293	Dulong
Bleioxyd, gelbes	faſt luftleeres	0, 068	Crawford
Crownglas	—	0, 200	Irvine
Eis	—	0, 900	Kirwan
Eiſen	—	0, 130	Irvine
„	—	0, 143	„
„	—	0, 127	Crawford
„	—	0, 125	Kirwan
„	—	0, 101	Lavoiſier
„	—	0, 126	Wilke
„	0° — 100° C. ſ. ob. S. 311 Anm.	0, 1098	Dalton
Eiſenblech	—	0, 1099	Lavoiſier
Eiſenoxyd (Eiſenroſt)	faſt luftleer	0, 320	Kirwan
Eiſenoxydul	faſt luftfreies	0, 1666	Crawford
Eiſenroſt	—	0, 250	„
Erbſen	—	0, 4920	„
Flintglas	—	0, 190	Dalton
Gerſte	—	0, 4210	Crawford
Glas, ſchwediſches	—	0, 1870	Wilke
„ engliſches von	0° — 100° C.	0, 1770	Dalton
„ „	0° — 300°	0, 190	„
Glockenſpeiſe oder Kanonenmetall	—	0, 110	Rumford
Gold	—	0, 050	Wilke
„	—	0, 05	Dalton
„	—	0, 0298	Dulong
Hafer	—	0, 416	Crawford
Holz, vom Apfelbaum	—	0, 570	Mayer
„ „ Birnbaum	—	0, 50	„
„ von der Birke	lufttrocken 0, 64	0, 48	„
„ „ „ Buche	„ 0, 72	0, 49	„
„ v. Dyospyrus Ebenum (d. i. Ebenholz)	(ſpan. trockne 0, 800 amerik. 1, 331)	0, 43	„
Eiche	lufttrocken 0, 76	0, 51	„
Eſche	—	0, 51	„
Fichte	—	0, 65	„
Linde	lufttrocken 0, 604	0, 62	„
Pechtanne	—	0, 58	„
Pflaumenbaum	—	0, 44	„
Rothtanne	lufttrocken 0, 498	0, 60	„
Holzkohle	trockne 0, 642	0, 263	Crawford
Kali-Carbonat (kohlenſaures Kali)	1, 30	0, 75	Dalton
Kali-Stibiat (Antimonium diaphoreticum ablut)		0, 227	Crawford
		0, 220	Kirwan
	luftfreies	0, 1666	Crawford
Kalk, gebrannter	1, 842	0, 40	Kirwan
„ „		0, 2229	Crawford
„ „		0, 2169	Lavoiſier

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Kalk, kohlenſaurer (Calcit=Carbonat)	2,3	0,270	Lavoiſier
Kalk=Hydrat (gelöſchter Kalk)	—	0,40	=
Kobalt	gegoſſen 7,812	0,1498	Dulong
Kochſalz	2,120	0,230	Dalton
Kreide, weiße	2,657	0,27	=
Kryſtall	(Bergkryſtall 2,658)	0,1929	Lavoiſier
Kupfer	gegoſſen 8,788, gehämmert 9,0	0,1111	Crawford
=	—	0,114	Wilke
=	0° C. — 100°	0,0949	Dulong
=	0° C. — 300°	0,1013	=
Kupferoxyd	6,130	0,2272	Crawford
Lunge eines Schafes	—	0,769	=
Meſſing	(gegoſſen 8,44) 8,36	0,1123	=
		0,116	Wilke
		0,11	Dalton
Muskelfleiſch, mageres, eines Ochſen	—	0,740	Crawford
Nickel	geg. 8,279, geſtr. 8,666	0,10	Dalton
=	—	0,1035	Dulong
Ochſenhaut mit Haaren	—	0,787	Crawford
Pferdebohnen	—	0,502	=
Platin	(gänzlich reines? 23,543) 21,70	0,13	Irvine
	0° C. — 100°	0,0335	Dulong
	0° C. — 300°	0,0355	=
Pottaſche	1,346	0,759	Kirwan
Reiß	—	0,506	Crawford
Schwefel	1,980	0,19	Dalton
	—	0,183	Kirwan
	—	0,188	Dulong
Silber	(gegoſſen 10,230) 10,001	0,082	Wilke
		0,08	Dalton
	0° C. — 100°	0,557	Dulong
	0° C. — 300°	0,611	=
Steingut	—	0,195	Kirwan
Steinkohle	—	0,2777	Crawford
		0,28	=
Stib	(Antimon; Spießglanz 6,86) 6,107	0,086	Kirwan
		0,0645	Crawford
		0,063	Wilke
		0,06	Dalton
	0° C. — 100°	0,0507	Dulong
	0° C. — 300°	0,0549	=
Tellur	6,245	0,0912	=
Wallrath (Spermacet)	0,943	0,399	Kirwan

Benennung der Stoffe.	Eigengewicht der Stoffe.	Eigenwärme derſ.	Namen der Beobachter.
Wismuth	(gediegen 9,830; gegoſſen 9,832; gehämmert 9,883)	0,043	Wilke
		0,044	Dalton
		0,0288	Dulong
Zink	(gegoſſen 7,218; gehämmert 7,861)	0,0943	Crawford
		0,102	Wilke
	7,154	0,10	Dalton
	0° C. — 100°	0,0927	Dulong
	0° C. — 300°	0,1015	=
Zinkoxyd	5,60	0,1369	Crawford
Zinn	(gegoſſen 7,291; gewalzt 7,475)	0,0704	=
		0,07	Dalton
		0,060	Wilke
		0,0514	Dulong
Zinnoxyd	6,90 (luftfreies)	0,0990	Crawford
		0,096	Kirwan
Zinn=Bleioxyd	—	0,102	=
Zucker	1,17	0,77	Dalton

W. Weber's Verſuchen über die Eigenwärme der Metalle (Poggendorff's Annalen der Phyſik XX. 177 ff.) zufolge iſt die Eigenwärme der nachbenannten Metalle bei conſtantem Druck (vergl. oben S. 114 ff. und 163 ff.) und bei conſtantem Volumen, wie nachſtehende Tabelle ausſagt:

Benennung der Stoffe.	Bei conſtantem Drucke.	Bei conſtantem Volum.
Eiſen	0,1100	0,1026
Platin	0,0314	0,0259
Silber	0,0557	0,0525
Kupfer	0,0949	0,0872

Zugleich ergab ſich aus dieſen Verſuchen und denen zugehörigen Betrachtungen und Folgerungen: 1) daß die Temperatur eines Drahtes im Augenblicke einer Verlängerung oder Verkürzung ſich ändert, vermöge der ihm dadurch erwachſenden Volum=Aenderung, nicht aber wegen der hiebei, durch Verſchiebung ſeiner Theile, eintretenden Reibung. Es ſind nämlich die mit der Verlängerung und jene mit der Verkürzung eines Drahtes verbundenen Temperatur=Aenderungen gleich und entgegengeſezt; nun iſt es aber bei der Reibung für deren Wirkung einerlei: ob die ſie veranlaſſende Bewegung vorwärts oder rückwärts geſchieht, und da nun mithin bei gleich ſtarken, aber entgegengeſezten Verſchiebungen die Reibung dieſelbe iſt, und gleiche Wirkungen hervorbringt, ſo kann ſie auch nicht in dem einen dieſer beiden Fälle

Urſache der **Erhöhung**, in dem **andern** Grund der **Erniedrigung** der Temperatur ſein, ſondern nur der in dem einen dieſer beiden Fälle erfolgenden **Volum-Verminderung** darf die dabei entſtehende **Erhöhung**, und der in dem anderen Falle eintretenden **Volum-Vergrößerung** kann die hiebei erfolgende **Erniedrigung** der Temperatur zugeſchrieben werden. — 2) **Poiſſon** zufolge iſt mit einer r maligen Verlängerung oder Verkürzung eines Drahtes eine $r/_2$ malige Verdünnung oder Verdichtung deſſelben verbunden. Wenn nämlich ein Draht von der Länge = 1 der Längenrichtung nach ausgezogen wird, ſo wird die ihm dadurch gewordene neue Länge um ein Gewiſſes größer als 1, und bezeichnet man dieſen durch die Verlängerung hervorgegangenen Längenzuſatz allgemein, ohne auf einen beſtimmten Fall oder Verſuch einzugehen, durch x, ſo iſt der Draht verlängert im Verhältniß von $1 : 1 + x$, wodurch ſein Volum im Verhältniß von $1 : 1 + \frac{1}{2}x$ wächſt, ſeine Dichte aber im entgegengeſezten (umgekehrten) Verhältniß ſich mindert. — Dieſem, und dem unter 1 Bemerkten zufolge, ſteigt oder fällt die Temperatur bei folgenden Metallen, wenn ſie im beigeſezten Maaße **zuſammengedrückt** oder **gereckt** werden, um 100° C.:

Platin wenn ſeine Volum-Aenderung beträgt $1/_{67}$
Eiſen " " " " " $1/_{18}$
Kupfer " " " " " $1/_{16}$
Silber " " " " " $1/_{10}$;

3) Die **Eigenwärme** der **Metalle** bei **conſtantem** Volum iſt **verſchieden** von ihrer Eigenwärme bei **conſtantem** Druck, bei lezterem **größer**, als bei erſterem. — Man weiß, daß alle **Gaſe** (Lüfte und Dämpfe) die **gleiche** Größe ihrer **Eigenwärme** beibehalten und doch **verſchiedene Temperatur** annehmen oder **gleiche Temperatur** behalten und dabei doch Vergrößerungen oder Verminderungen ihrer Eigenwärme unterworfen ſein können, je nachdem ihr Raum-Umfang erweitert oder verengt wird; ſie können bei jeder Vergrößerung oder Verkleinerung ihres Raum-Umfangs ihr Eigenwärme-Verhältniß beibehalten, müſſen dann aber entweder von Außen etwas Wärme in ſich aufnehmen, oder nach Außen hin abgeben. Bezeichnet man nun mit α jene Wärme, welche der ſeine Temperatur beibehaltende Körper bei r maliger Vergrößerung oder Verkleinerung ſeines Volums in ſich aufnehmen oder entlaſſen muß, mit β hingegen die Wärme, die ein Körper: um ſeine Temperatur um 1° zu erhöhen, in ſich aufzunehmen hat, und endlich mit k′ deſſen Längen-Ausdehnung, ſo erhält man, wenn man die der 3 k′ maligen Volum-Vergrößerung entſprechende Wärme $^{3k'}/_r \,.\, \alpha$ von β, d. i. von der Eigenwärme bei **conſtantem** Drucke, abzieht als Eigenwärme bei **conſtantem Volumen** $\beta' = \beta - {}^{3k'}/_r \,.\, \alpha$. W. **Weber** a. a. O. S. 208—211. Da **Dulong** für alle **gaſigen Grundſtoffe** nachgewieſen hat, daß jene **Wärme**, welche ſie bei **conſtanter Temperatur**, in Folge einer 0,00375 maligen

Vergrößerung (vergl. oben S. 46 Anm.) ihres Volumens in ſich aufnehmen müſſen, zu der *Wärme*, die ſie bei *conſtantem Volumen*, zur Erzeugung einer um 1° höheren Temperatur in ſich aufzunehmen haben, ſich verhält wie 0,42 zu 1; ſo verhalten ſich mithin die beiderlei Eigenwärmen wie 1,42 : 1. *Weber* a. a. O. S. 209 *).

bb) Nimmt man an, daß alle Raumerfüllenden, ſchweren (wägbaren) Materien aus *kleinſten Theilchen* oder *Atomen* zuſammengeſezt ſind (oben S. 88), ſo wird die Zahl dieſer Atome für gleiche Gewichte der Materie im umgekehrten Verhältniß der Dichte der Atome ſtehen müſſen. Dieſes vorausgeſezt, läßt ſich, wenn man die Eigenwärme der Materie kennt, auch leicht berechnen: welches Verhältniß zwiſchen denen Wärmefaſſungs-Vermögen der verſchiedengearteten Atome ſtattfinde? Man darf nur die durch den Verſuch gefundene Eigenwärme der in dieſer Hinſicht fraglichen Materie durch die Zahl ihrer Atome dividiren und mithin, da dieſe Zahl ſich verkehrt verhält wie die Dichte, die gefundenen Eigenwärmen mit dem *Gewichte*

*) In Beziehung auf *Eigenwärme-Beſtimmung* der Gaſe durch *Anwärmung* (oben S. 308), ſo wie auf dabei erforderliche *Zeit* haben *De la Rive*, F. *Marret* und *Prevoſt* hieher gehörige lehrreiche Verſuche angeſtellt, aus denen hervorgeht: 1) daß, P. zufolge, jene Temperatur-Veränderungen, welche (in dünnwandige Glasgefäße eingeſchloſſene) *Lüfte* erleiden, wenn ſie beſtimmte Zeit hindurch von wärmeren Medien (z. B. von heißem Waſſer) von bekannter und während des Verſuchs beharrlicher Temperatur umgeben werden, *ſich umgekehrt verhalten, wie die Kubikwurzeln aus ihren Dichten*; *Poggendorff's* Ann. XIV., 595; 2) daß, *de la Rive* und M. zufolge, bei gänzlicher Gleichheit aller übrigen Bedingungen, die *Eigenwärme* jeder Art Luft mit dem *Drucke* abnimmt, nach einer Progreſſion, die ſehr wenig convergirt und in einem *viel geringeren Verhältniſſe, als der veränderten Druckgrößen*. Beſaß das Gas anfänglich 20° C., und wurde dann das Waſſer, worin man es untertauchte, bis auf 30° C. angewärmt, ſo ſtieg die Temperatur des eingetauchten Gaſes, unter einem Druck von 65 Centimeter, binnen 5 Minuten, um 6°,5 C., während ſie innerhalb derſelben Zeit nur um 7°,5 C. zunahm, als der Druck nur 25,8 Centimeter betrug. Ueber den Grund dieſer, mit niederem Drucke eintretenden Verzögerung der Gas-Anwärmung ſtellten *de la Rive* und *Marret* keine Vermuthung auf, *Prevoſt* hingegen verſuchte die Theorie vom impulſiven Wärmeſtoff darauf anzuwenden und leitete aus der Beziehung zwiſchen den Molekeln eines Gaſes und deren gegenſeitigen Abſtänden, die obige — unter 1) dieſer Anm. befindliche — Folgerung ab. A. a. O. X. 363. — Je mehr alſo (durch hohen Druck) die Elaſticität der Gaſe erhöhet (und etwa in demſelben in kleinſten Mengen mit vorhandener Waſſerdampf zu Waſſerdunſt verdichtet) wird, um ſo *ſchneller*, je mehr man hingegen die Elaſticitäts-Aeußerung durch niedern Druck mindert, und damit zugleich den etwa im ſonſt trocknen Gaſe annoch vorhandenen Dunſt in Dampf verkehrt, um ſo *langſamer* erfolgt die Anwärmung derſelben. — Da in den *Mineralwäſſern* (oben S. 308) die darin vorhandenen verſchiedenen Lüfte, zumal jene, welche gemeinhin darin in kleinſten Mengen zugegen ſind, z. B. das Azotgas, zum Theil ſehr ausgedehnt vorkommen, ſo werden ſie dieſem, den Wirkungen nach ſehr geringem Drucke entſprechenden Ausdehnung zufolge, ſich in wärmeren Umgebungen auch ſehr langſam anwärmen und in kälteren eben ſo langſam abkühlen laſſen und bei Verſuchen über ihre Abkühlungs- oder Anwärmungsdauern wird man nicht nur *Höhenſtand des Waſſers* im Prüfungsgefäße, ſondern auch den *Barometerſtand* zu berückſichtigen haben.

der den Materien zugehörigen Atome multipliciren, um zu dem verlangten Verhältnißausdruck zu gelangen. — Das Gewicht der Atome ſelbſt aber läßt ſich nur auf chemiſchem Wege beſtimmen; weiß man nämlich, in welchem einfachſten Gewichts-Verhältniſſe ſich je zwei Grundſtoffe miteinander verbinden, und wählt man dabei das Gewicht eines dieſer Stoffe (und zwar am zweckmäßigſten eines ſolchen, der mit allen übrigen Grundſtoffen chemiſch verbindungsfähig iſt, und ein Grundſtoff dieſer Art iſt der Sauerſtoff oder das Oxygen) zur zu vergleichenden und durch die Vergleichung beſtimmenden Einheit, ſo kennt man damit auch, wie weiter unten ausführlich dargethan werden ſoll, das Atom-Gewicht (oder den Atom-Gewichts-Werth, oder die ſtöchiometriſche Zahl, oder das Miſchungs-Gewicht, oder chemiſche Aequivalent) jedes der Grundſtoffe; vergl. oben S. 11. — Indem nun jene Multiplication der Eigenwärme der Grundſtoffe mit ihrem Atomgewichte vollzogen wird, findet ſich, wie folgende von Dulong und Petit ihren Verſuchen gemäß entworfene Tafel zeigt (und wie Meinecke und der Verfaſſer dieſer Einleitung aus der Natur der Eigenwärme, des Atomwerthes und der Dichte gefolgert hatten; m. Grundz. I. 165 Anm.), daß jeder der Grundſtoffe daſſelbe Multiplications-Produkt gibt, oder vielmehr daß ſie, wenige ausgenommen, Produkte geben, welche ſo wenig von einander abweichen, als es bei den unvermeidlichen Irrthümern, die ſowohl beim Meſſen der Wärme-Faſſungsgrößen, als beim Beſtimmen der Atomgewichte (mittelſt chemiſcher Zerlegung der zweigliedrigen Verbindungen der Grundſtoffe unter ſich) irgend zu erwarten ſteht:

Benennung der Grundſtoffe.	Eigenwärme derſ., die des Waſſers = 1.	Atomgewicht derſ., das des Oxygen = 1.	Produkt aus dem Atom-Gewichte und der entſprechenden Eigenwärme.
Schwefel	0, 1880	2, 0115	0, 3782
Kobalt	0, 1498	2, 4600	0, 3685 *)
Eiſen	0, 1100	3, 3921	0, 3731
Nickel	0, 1035	3, 6967	0, 3826
Kupfer	0,0949	3, 9569	0, 3755
Zink	0,0927	4, 0322	0, 3736

*) Neueren Beſtimmungen zufolge iſt das Atomgewicht des Kobalt's weit größer, nämlich 3, 68991, was dann freilich mit 1498 multiplicirt nicht 0,3685.. ſondern 4, 52748518 gibt. Da nun Eiſen, Kobalt und Nickel nicht nur ihren Atom-Zahlen, ſondern auch als magnetiſche Metalle einander nahe ſtehen, ſo macht Kobalt entweder von obigem Geſetze eine Ausnahme, hierin dem Stib, Arſenik, Tellur und Silber ſich anſchließend (m. Grundz. II. 425), oder es iſt beim Beſtimmen der Eigenwärme dieſes Metalles — vielleicht: weil das in den Verſuch genommene nicht durchaus, oder wenigſtens nicht in ſolchem Maaße chemiſch rein war, wie das von Berzelius zur Beſtimmung der Atomzahl verwendete? — ein Irrthum vorgegangen.

Benennung der Grundſtoffe.	Eigenwärme derſ., die des Waſſers = 1.	Atomgewicht derſ., das des Oxygen = 1.	Produkt aus dem Atom-Gewichte und der entſprechenden Eigenwärme.
Tellur	0,0912	4,1105 *)	0,3658
Silber	0,0557	6,7580 **)	0,3764
Zinn	0,0514	7,3529	0,3779
Platin	0,0314	12,1523	0,3815
Gold	0,0298	12,4301	0,3704
Blei	0,0293	12,9450	0,3830
Wismuth	0,0288	13,3038	0,3830

Hiernach verhält ſich alſo, wenn man die Produktzahlen der dritten Spalte vorſtehender Tafel vergleicht, die Eigenwärme verkehrt wie die Atomzahl, und ſummirt man ſämmtliche Produktzahlen der Eigenwärmen und Atomgewichte aller in dieſer Hinſicht geprüften oder berechneten (m. Grundz. I. 265 — 280) Grundſtoffe, dividirt ſie dann durch die Zahl der Stoffe, ſo erhält man ein arithmetiſches Mittel, das für die hierher gehörigen 13 Beobachtungsfälle gleich 0,37524 iſt. Betrachtet man nun dieſe mittlere Zahl als eine beſtändige, und dividirt ſie mit dem (mit a bezeichneten) Zahlenwerth

*) Die Atomzahl des Tellurs ſtimmt, Berzelius Verſuchen gemäß, mit jener des Stib (Antimon) nahe überein, und iſt wie dieſe von B. gefunden worden durch Unterſuchung des ſog. Tellur-Oxydes; dieſe Oxyde, das des Stib, wie das des Tellur enthalten aber nicht, wie Dulong und Petit vorausſezten, gegen 1 Atom Tellur oder Stib ein Atom Oxygen, ſondern deren zwei, wodurch das Atom-Gewicht jedes dieſer Grundſtoffe noch einmal ſo groß erſcheint, als es D. u. P. vorausſezten, nemlich (für Stib gleich 8,06452 das des Oxygen = 1 geſezt und) für Tellur = 8,0221. Es iſt aber 8,06452 mal 0,0912 = 0,735484224 (und, wenn Dalton's Beſtimmung der Eigenwärme des Stib richtig ſein ſollte, das Produkt aus derſelben mit 8,06452 = 0,4838712).

**) Berzelius nimmt das Atom-Gewicht des Silbers doppelt ſo hoch an, wie D. u. P., nemlich 13,51605, weil es ſonſt nur die Hälfte des Atomgewichtes des Blei's betrüge, dem das Silber doch hinſichtlich der Dichte und der Verbindung mit Chlor ſehr nahe ſteht. Mit lezterem Stoffe geben nemlich beide Metalle einander ſehr ähnliche weiße (dem kalten Waſſer von Seiten des Chlorblei's wenig, von Seiten des Chlorſilbers gar nicht zugängliche) Verbindungen, welche erhizt zu gelblichen oder bräunlichen hornähnlichen (daher ſonſt auch Hornblei und Hornſilber genannten) Maſſen ſchmelzen. Wäre nun aber die von D. u. P. angenommene Atomzahl des Silbers die richtige, ſo müßte im Hornſilber gegen 1 Atom Chlor nicht, wie beim Blei, 1 Atom, ſondern 2 Atome Silber zugegen ſein. Uebrigens nähert ſich bei B.'s Vorausſezung das Silber auch mehr dem Merkur (Queckſilber, dem es außerdem in vielen Verhalten nahe kommt), wenn man bei der Beſtimmung ſeines Atomgewichts das Silberoxyd zu Rathe zieht, daſſelbe in dieſer Hinſicht mit dem Merkuroxyd vergleichend, worin, wie beim Silberoxyd, gegen 1 Oxygen auch 1 Atom Metall zugegen iſt (während eine der erſten Verbindungsſtufen des Merkur mit dem Oxygen, eine dem Merkuroxydul, = 2 Merkur + 1 Oxygen, entſprechende Verbindung des Silbers mit dem Oxygen zur Zeit wenigſtens nur wahrſcheinlich, aber noch nicht einſpruchsfrei erwieſen iſt; a. a. O. I. 449.).

des Atomgewichts eines Grundſtoffes, ſo erhält man, in Zahlen ausgedrückt, deſſen (mit s zu bezeichnende) Eigenwärme, und dividirt man ſie ſtatt deſſen mit s, ſo gibt der Quotient deſſen a; oder, kürzer ausgedrückt, ſo iſt $s = \frac{0{,}37524}{a}$ und $a = \frac{0{,}37524.}{s}$ Es haben alſo alle Atome der Grundſtoffe für die Wärme daſſelbe Faſſungs-Vermögen, nämlich: im umgekehrten Verhältniß ihrer Atom-Gewichte, oder, wenn ſie Gaſe ſind, da bei dieſen die Atom-Gewichte ſich wie die Dichten verhalten, im verkehrten ihrer Dichten. — Neumann, Profeſſor der Phyſik zu Königsberg im Pr., fand dieſe Folgerung auch bei verbundenen Grundſtoffen (chemiſchen Gemiſchen) zutreffend, indem die Eigenwärme jeder ſolcher Verbindungen ſich verhielt wie jener Zahlen-Ausdruck, welchen man bekommt, wenn man die Eigenwärme jedes einzelnen Verbindungs-Gliedes mit ſeiner Atom-Zahl multiplicirt, und dann die Produkte addirt *). Außerdem beſtimmte N. die Eigenwärme einiger Metalle, Metalloxyde und mehrerer Einzelgeſteine oder Foſſilien, wie folgende alphabetiſch geordnete Tabelle nachzuweiſen beſtimmt iſt:

*) N. fand nemlich: daß bei chemiſch ähnlich (in gleicher Verbindungsſtufe) zuſammengeſezten Stoffen die Eigenwärmen ſich umgekehrt verhalten, wie die Atom-Zahlen oder ſtöchiometriſche Quantitäten, oder, was daſſelbe iſt, daß leztere, im bemerkten Falle, gleich große Eigenwärme beſitzen. So verhielten ſich die natürlichen Carbonate (Kohlenſäure-Verbindungen) des Kalk, d. i. der Kalkſpath, des Kalk-Magnit (Bitterkalkſpath), des Magnit (Magneſitſpath), Eiſenoxydul (Spatheiſenſtein), des Baryt, d. i. der Witherit, des Bleioxyd (d. i. das Weiß-Bleierz) und des Zinkoxyd (Zinkſpath, auch wohl Galmey genannt, wiewohl man unter der lezten Benennung gewöhnlich das natürliche Zinkoxyd-Silicat oder kieſelſaure Zinkoxyd zu begreifen pflegt), Sulphate (Schwefelſäure-Verbindungen) des Baryt (der Schwerſpath oder der „Baryt der Mineralogen“) Bleioxyds d. i. des Bleivitriol, Kalk (der Anchydrit oder waſſerfreie ſchwefelſaure Kalk) und des Strontit (der Coeleſtin oder ſchwefelſ. Strontian. Auch künſtliche Gemiſche, z. B. Magnit, d. i. Magniumoxyd d. i. Magneſia oder Talkerde, auch Bittererde oder gebrannte Magneſia genannt), rothes Merkuroxyd (das zuvor erwähnte) Zinkoxyd, Kupferoxyd und Kalk (Kalkerde oder gebrannter Kalk, von mir auch, weil dieſes Oxyd in die Reihe des Baryt und Strontit gehört, Calcit genannt); desgleichen die Schwefel-Verbindungen des Merkur (Merkurſulphurid oder Merkurthionid oder Zinnober), Arſen (gelbrothes Schwefel-Arſen oder Realgar), Bley (Bleithionid oder Bleiglanz) und des Zink (Zinkthionid oder Zink-Blende), ſo wie Eiſenoxyd, Bleihyperoxydul (d. i. Mennige) und Chromoxyd wurden von N. in dieſer Hinſicht geprüft, gewährten zum Theil jedoch nichts weniger, als vollkommen zuſtimmende Ergebniſſe. — N. gab bei ſeinen Verſuchen zur Eigenwärme-Beſtimmung dem Verfahren der phyſiſchen Miſchung (ob. S. 305.) den Vorzug, und wählte jene der Abkühlung nicht: weil ſie von der inneren Leitungsfähigkeit der Materie für die Wärme in ſolchem Grade abhängig ſei, daß ihre Zuläßigkeit für jede beſondere Vorrichtung, durch welche ſie ausgeführt wird, erſt mittelſt des Calorimeters oder der Miſchung nachgewieſen werden muß, und außerdem ſehr mittelbar zu feſten Ergebniſſen führt.

Benennung des Foſſils oder Metalls.	Abkunft deſſelben.	Eigenwärme deſſelben.
Adular	Gotthardt	0,1861
Albit	Penig	0,1961
Anhydrit	?	0,1854
Arragonit	Freiberg	0,2018
Arſenkies	?	0,1012
Augit	Böhmen	0,1938
Bergkryſtall	?	0,1894
Bitterkalkſpath	Zillerthal und	0,2179
″ ″	Gotthardt	0,2137
		Mittel aus beiden 0,2158
Bitterſpath oder blättriger Magneſit	Weiler Stauden	0,2270
Bleiglanz	Tarnowitz	0,044
Bleivitriol	?	0,0848
Blende	?	0,1145
Chryſolith	?	0,2056
Chromoxyd		0,196
Coeleſtin	Nordamerika	0,1356
″ ″	″	d. Abkühlg. beſt. 0,1854
Corund	?	0,1942
Diopſid	Tyrol	0,1906
Eiſenglanz	Elba	durch Abkühlung 0,163
″ ″	″	0,1692
Eiſenoxyd		0,164
Fahlkies	?	0,128[illegible]
Feldſpath	Tomnitz	0,1911
Flußſpath	?	0,2082
Galmey (ſog. Zink-oxyd-Carbonat)	Sibirien	durch Abkühlen 0,161
″ ″	″	0,1712
Glanzkobalt	?	0,1070
Grauſpießglanz (Schwefelſtib)	Felſöbanya	0,0877
Gurhofian	Gurhof	0,2168
Hornblende, baſalt.	Böhmen	0,1976
″ ″	Freiberg	0,1958
Iſerin (Iſarin)	Iſar-Wieſe	0,17625
Kalkſpath	?	0,2046
Kupferkies	?	0,1289
Kupferoxyd	?	durch Abkühlen 0,137
Korniſch-Zinnerz	Mexiko	0,09648
Labrador	?	0,1926
Magneſia (Magnit)		durch Abkühlen 0,276
Magnet-Eiſen	?	0,1641
Magnet-Kies	?	0,1533
Merkuroxyd (Queckſilberoxyd) rothes		durch Abkühlen 0,1049
Minium (Mennige d. i. Bleihyperoxydul		″ ″ 0,0611
Molybdän	?	″ ″ 0,102
″ ″		durch Miſchen 0,1067
Parat. Kalk (paratomes Kalk-Haloid od. ſog. Ankerit, auch		

Benennung des Foſſils oder Metalls.	Abkunft deſſelben.	Eigenwärme deſſelben.	
Rohwand od. Wandſtein genannt)	Steyermark		0,1963
Quarz	?		0,1883
Rauſchgelb	Perſien		0,1132
Realgar, käufliches von 3,240 Eigengew.		durch Abkühlen	0,130
″		durch Miſchen	0,1111
Rotheiſenſtein	?	durch Abkühlen	0,166
Roth-Kupfererz	?	durch Miſchen	0,1073
Rutil	?	″ ″	0,1724
Saphir (Geſchiebe)	?	″ ″	0,1972
Schwefel, ſublimirter (ausgewaſchene Schwefelblumen)		durch Abkühlen	0,209
Schwefelkies	?	durch Miſchen	0,12746
Schwerſpath	?	″ ″	0,1088
Speerkies	Libſchitz in Böhmen	″ ″	0,1332
Speiskobalt	?	″ ″	0,0920
Stib (Antimon, Spießglanz)		durch Abkühlen	0,047 *)
Stibichtſäure (Antimonichtſäure		″ ″	0,130
Strahlſtein	?	durch Miſchen	0,2046
Strontian (Strontit-Carbonat, natürl.)	?	″ ″	0,1445
Topas	?	″ ″	0,20185
Tremolith	?	″ ″	0,2070
Uranpecherz	Sachſen	″ ″	0,1023
″		durch Abkühlen	0,106
Uranoxydul		″ ″	0,106
Weißbleierz	?	durch Miſchen	0,0814
Wismuth		durch Abkühlen	0,027
Witherit (Baryt-Carbonat, natürl.)	?	durch Miſchen	0,1078
Zink		″ ″	0,0929
Zinkoxyd		durch Abkühlen	0,132
Zinnober, künſtl.		″ ″	0,0520
Zinnſtein, ſchwarzer, von 6,952 Eigengew.		″ ″	0,0895
″	?	durch Miſchen	0,0931
Zoiſit	Fichtelgebirge	″ ″	0,1940

Derſelbe Phyſiker, dem wir vorſtehende Eigenwärme-Beſtimmungen verdanken, ermittelte auch die Eigenwärme des Waſſers bei Siedhitze; P.'s Anm. a. a. O. 40. De Luc hatte die Temperatur der Miſchung des Waſſers von verſchiedener Temperatur niedriger gefunden, als das arithmetiſche Mittel, woraus L. folgerte, daß mit der Erhitzung des Waſſers deſſen Wärmefaſſung ſich mindere (oben S. 304. Anm.), ſo daß es ſich alſo beim Waſſer

*) 0,047 mal 4,03226 = 0,18951622; vergl. oben S. 321 Anmerk..

umgekehrt verhalte, als bei den Metallen und beim Glaſe, für welche ſpäterhin Dulong ein Wachſen der Eigenwärme mit der Temperatur gefunden hatte; Flaugergue's ſpätere Verſuche beſtätigten jene von Deluc, und noch ſpätere, mit Ausnahme der von Neumann mit großer Umſicht angeſtellten, waren ihnen wenigſtens nicht entgegen. N. fand dagegen, daß das Waſſer hinſichtlich des Dulong'ſchen Geſetzes keine Ausnahme mache, ſondern ebenfalls an Eigenwärme gewinne (jedoch weit weniger wie andere Materien); mit Zunahme ſeiner Temperatur. Bei 100° C. beträgt dieſe Eigenwärme-Vergrößerung beim Glaſe (Dulong's Verſuchen zufolge) ohngefähr $^1/_{28}$ jener Eigenwärme, welche es bei 0° C. hatte; beim Waſſer, N's Verſuchen gemäß, nur $^1/_{57}$ oder nahe 0,0176 (genauer: 0,0175438...). — Dieſes Wachſen der Eigenwärme mit der Temperatur widerſpricht, wie Poggendorf bemerkt, jener Folgerung: daß die Eigenwärme ſich verkehrt verhalte wie die Atomzahl (oben S. 321 *), da das Atomgewicht, ſo weit bisherige Erfahrungen reichen, eine von der Temperatur unabhängige, unveränderliche Größe iſt; indeſſen fragt es ſich: ob der mit der Temperatur-

*) Auch Dalton hatte ſchon dieſes Geſetz der Entgegengeſetztheit der Eigenwärme- und Atom-Gewichts-Größen für Gaſe abgeleitet, und Haykraft daraus geſchloſſen: daß alle Gaſe gleiche relative Wärme haben müßten; *Murray* System of Chimistry. I. 662. Beide Phyſiker, und vor ihnen auch ſchon J. T. Mayer; La Place u. A. nahmen an: daß in den Gaſen die einzelnen Atome von Wärmeſtoff umhüllt ſeyen, und fanden in obigem Geſetz eine Beſtätigung dieſer Vorausſetzung der gemäß ſie nun weiter folgerten: daß die Dicke der Wärmeſtoffhüllen (oder der aus der an ſich urflüſſigen Wärme beſtehenden Atom-Atmosphäre) ſich verkehrt verhalte, wie die Atome; d. h. da die Atome als kleinſte Körperchen nicht als ungleich groß, ſondern nur als der Artung und der Maſſe (oder ihrem Gewichte, mithin ihrer Dichte) nach von einander verſchieden gedacht werden dürfen: daß die Durchmeſſer der Wärmehüllen ſich umgekehrt verhalten, wie die Dichten der von ihnen eingeſchloſſenen Kerne oder Atome. Wie aber nach dieſer Vorausſetzung dieſe Kerne es anfangen, bei wachſender Temperatur ihre Hüllen zu vergrößern (ihre Eigenwärme zu mehren), darauf hat dieſe Annahme keine Antwort. Betrachtet man hingegen die Wärme, ſie möge wirken, wo und wie ſie mag, als eine mit Axendrehung der Molekel verbundene, und daher excentriſche Wellen-Bewegung (S. 84—85 u. 87—88. Anm.), und fügt man hinzu, daß es ſich in denen in ihrer Bethätigung begriffenen Anziehungen, alſo auch in jenen der Cohäſion, Adhäſion und des Chemismus, von einem Phänomene entgegengeſetzter Bewegungsform, nemlich von Krümmungen ſowohl der Molekel-Ganzen, als auch der Mokekel ſelbſt (was Beweglichkeit der Atome vorausſezt) handelt, bei welchem die Wellen nicht durch Umſchwung, ſondern durch Einzug (nicht durch Schwungkraft, ſondern durch zum Innern der Partikel wie der Molekel treibende Einziehungs- oder Zugkraft) gebildet werden, und nicht der Wellenberg, ſondern das Wellenthal zur Erſtbildung gelangt, oder bei welchen die Molekel (und Molekel-Atome) nicht zur Entfernung vom Mittelpunkte der Partikel (oder ſtatt derſelben der Molekel), ſondern zur Annäherung an denſelben getrieben werden, ſo laſſen ſich, wenn man die Wirkſamkeit jener Anziehungen (zumal jener der Cohäſion) im Zuſtande ihrer relativen Ruhe, und die des Widerſtandes der Materie mitberückſichtigt, ſowohl die Durchſtralung und Mittheilung der Wärme, ſowie die Temperatur-Aenderung, als auch die Leitung und körperliche Ausdehnung durch die Wärme, und ebenſo auch die Wärmefaſſung und Eigenwärme, ſowie

Erhöhung eintretende Ueberſchuß von Eigenwärme wirklich von gar keinen Minderungen in dem Atomgewichte begleitet iſt? In dem Waſſerdampf von ſolcher Temperatur z. B. ſcheint das Hydrogen nicht in ſolchem Maße durch die Entgegnung des Oxygen erſchöpft zu ſein, wie im eiskalten Waſſer. Auch gehören hierher ſehr wahrſcheinlich zum Theil auch jene Veränderungen, welche verſchiedene feuerfeſte Verbindungen, zumal die Phosphorſäure, und wahrſcheinlich ſelbſt Grundſtoffe hinſichtlich ihrer chemiſchen Faſſungsfähigkeit für andere Gemiſche (z. B. der Phosphorſäurr für Waſſer) oder Stoffe durch ſtarke Erhitzungen erleiden, indem ſie dadurch in ſog. Pyro-Verbindungen oder Pyro-Grundſtoffe (z. B. Phosphorſäure in Pyro- und Meta-Phosphorſäure) übergehen; ſ. m. Grundzüge I. 97, 179, 392, 451, 470, 481, 539, 574, 581, 887, 895, 920, 928, 969 u. II. 426). — bb) Zugegeben: die Wärme iſt das Phänomen einer mit Axendrehung der Atome verbundenen und daher excentriſchen Wellen-Bewegung (S. 163), ſo werden derſelben möglicher Weiſe innerhalb der Materien, bis zu denen ſie und in die hinein ſie fortgepflanzt wird, zunächſt dreierlei Entgegnungen erwachſen können: die des Widerſtandes, jene der Anziehungen und die der durch die Schwungwellen erſt zu Stande gekommenen Zugwellen. Wo lezteres Verhältniß zur ungehinderten Entwicklung gelangt, entſteht, irre ich nicht, aus beiderlei Wellenbewegungen jene dritte eigene Art von Wellenbewegung, die in Bethätigung begriffen das gibt, was man Elektrizität nennt, und die daher als ein gemeinſchaftliches Erzeugniß der die Zugwellen urſächlich bedingenden inneren Anziehungen der Materie (der Cohäſion, und wo dieſe mit ſchon entſtandener Elektrizität zuſammenwirkt: der chemiſchen Anziehung, oder, wie man dieſe ſonſt nannte: der Verwandtſchaft) und der Wärmewellen zu betrachten ſteht *). — In ſoweit die Schwungwellen nur den Widerſtand zu überwältigen haben, wie ſolches bei den Gaſen der Fall iſt, inſoweit bewirken ſie auch nur, was aus dieſer Wältigung

---

die der Bindung oder Verborgen- oder Latent-Machung der Wärme, und nicht weniger auch die Zunahme der Eigenwärme mit Erhöhung der Temperatur, die Federhärte der Körper ꝛc. ziemlich einfach deuten, wie theils ſchon früherhin (a. a. O.) gezeigt worden, theils weiter oben nachgewieſen wird.

*) Und die dieſe ihre Zuſammengeſetztheit offenbart durch das, was man den elektriſchen Gegenſatz (S. 124) nennt, und durch + E — E, oder poſitive und negative Elektricität bezeichnet zu werden pflegt; vergl. S. 153 und 164, ſo wie die Anm. zu S. 192 ff. Im + E ſcheinen die Schwungwellen, im — E die Zugwellen das überwiegende Element darzubieten; wo beiderlei Wellen ſich im Gleichgewichte halten, iſt gegeben das ſog. 0E oder das elektriſche Gleichgewicht, S. 135 — 136. Was man elektriſchen Funken nennt, iſt wahrſcheinlich in elektriſche Bewegung (in Schwung- und Zugwellen-Bewegung) verſetztes Gas, meiſtens: ſolcher Bewegung unterworfene Luft, deren hiebei eintretende Zuſammendrückung, durch Steigerung der Claſticität der Molekel, zur Oscillation der Atome und damit zum

zu folgen vermag, nämlich: der Anwärmungs=Stärke genau entſprechende Ausdehnung (S. 46, Anm.); ſoweit ihnen dagegen, neben dem Widerſtande, eine oder die andere Anziehung entgegenwirkt, werden ſie durch dieſelbe gedämpft und als Bewegungs=Vermögen an ſich unwahrnehmbar (oder bis zur Unfühlbarkeit gebunden, d. i. verborgen), wohl aber in ihren Folgen ſichtbar. Dieſe Folgen ſind jene ſchon (S. 52 Anm., 119 ff., 159 ff. und insbeſondere S. 163 ff.) erwähnten und dem ihnen zum Grunde liegenden Geſetzlichen nach näher beſtimmten Uebergänge von dem minderbeweglichen Zuſtand in den mehr beweglichen; mithin hauptſächlich die Vorgänge der Schmelzung und der Vergaſung *), die in allen ihren Theilen und Abänderungen, bis zu ihrer Vollendung, durch andauernde Wärme=Bindung oder Verbergung, ſowie umgekehrt die Rückgänge von dem mehr= in den minderbeweglichen Zuſtand: Aufhebung der Wärme=Dämpfung, d. i. Wärme=Entbindung oder Freimachung, zum unmittelbaren Erfolg haben; (oben S. 86, 119, 168 ff., 185 ff., 201) **). Daß Weichheit und Dehnbarkeit ſtarrer Materien Folgen von Wärme=Bindung ſind, und daß die Elaſticität aller Materien, ſowohl die Federhärte der ſtarren und (die geringe der) tropfbaren, als die Ausdehnſamkeit der gaſigen, hauptſächlich durch die verborgene Wärme bedingt wird, iſt bereits im Vorhergehenden theils nachgewieſen, theils angedeutet worden. Die wichtigſte Erfindung des vorigen Jahrhunderts, die der Dampfmaſchinen, iſt aus der Kenntniß des Verhältniſſes der Wärme zur Ausdehnſamkeit des gaſigen Waſſers und zur Spannung des Waſſerdampfen (S. 219) hervorgegangen, und faſt iſt kein Zweig der Gewerbthätigkeit zu nennen, deſſen Betrieb nicht mehr oder weniger abhängig erſcheint von

---

Leuchten führt; oben S. 88 Anm. Ein hieher gehöriger Verſuch Humphry Davys redet dieſer Anſicht im nicht geringen Grade das Wort; m. Grundzüge II. 389 und 409 Anm. vergl. mit S. 341 – 342 daſelbſt. Was Viele elektriſche Materie nennen, dürfte in den meiſten Fällen wirkliche, aber elektriſch bewegte gaſige Materie ſeyn; a. a. O. 389.

*) Mithin auch die des Wallen's und Sieden's S. 56 Anm., 190 ff. Siedepunkte verſchiedener Flüſſigkeiten S. 199.

**) Den Unterſchied zwiſchen verborgener (latenter, gebundener, unmerkbarer oder Zuſtands=) Wärme und Eigenwärme (S. 303) entwickelte zuerſt, auf entſcheidende Verſuche geſtützt Joſeph Black, weiland Profeſſor der Chemie und K. Leibarzt zu Edinburgh (aus einer ſchottiſchen Familie ſtammend, geboren 1728 zu Bordeaux, wo ſein Vater John Black aus Belfaſt in Irland als Kaufmann lebte und ſich unter andern der innigen Freundſchaft des edlen, geiſt= und kenntnißreichen Montesquieu erfreuete — erzogen zu Belfaſt, ſpäterhin, von 1756 — 1766, ſehr geſchätzter Arzt und ausgezeichneter Lehrer der Chemie zu Glasgow, und dann, von 1766 — 1799 zu Edinburgh, wo er, im 71. Lebensjahre, den 26. November des letztgenannten Jahres ſtarb), der Lehrer mehrerer zum Theil ſehr berühmter Schüler, z. B. des Wieder=Erfinder's der Dampf=Maſchine des James Watt, der dieſe ſeine höchſt wichtige Erfindung 1764 zu Glasgow machte, und bereits 1774 in Geſellſchaft mit Bolton, viele Maſchinen dieſer Art lieferte.

der Wirkſamkeit deſſen, was bei der verborgenen Wärme, ſowie bei den Wirkungen der Anwärmung und bei den übrigen Verhältniſſen der Wärme geſetzlich iſt; Grund genug, um in Nachfolgendem Hierhergehöriges ausführlich zu erläutern.

cc) Wärme-Erſcheinungen und Wärmungs-Folgen bei'm Zuſtands-Wechſel:

α) Gleiche Gewichtstheile (z. B. 1 Pfund) Eis von 0° C. und (1 Pfund) Waſſer von 75° C. vermiſcht geben, nach beendeter Schmelzung alles Eiſes, Waſſer von nur 0° C.; 75° C. ſind alſo durch die im Eiſe bethätigten Starrungs-Anziehungen gedämpft oder latent gemacht worden. Ferner 5,31 Pfund Waſſer von 0° C. mit 1 Pfund Waſſerdampf, gleichgültig von welcher Siedetemperatur *), vermiſcht, giebt 6,31 Pfund ſiedenheißes Waſſer; indem alſo gegen 6,31 Pfund Eis an 939°,25 C. theils verborgener, theils fühlbarer Wärme zugegen ſind, von denen die leztere die Erhebung des geſchmolzenen Eiſes von 0° C. bis zur Siedhitze, die erſtere (gleich 6,31 mal 75° C. = 473°,25 C.) die Eis-Schmelzung ſelbſt bewirkt hatte. Der erſtere dieſer Verſuche erläutert die Wirkungen der kaltmachenden Miſchungen, der leztere jene der Dampfheitzung.

---

*) Man darf bei Anſtellung hieher gehöriger Verſuche nicht zu berückſichtigen vergeſſen, die Theilnahme der Gefäße an der Erwärmung und dem Anwärmungs- oder Abkühlungs-Einfluß der übrigen Umgebungen. Stellt man die Verſuche in Glasgefäßen an, ſo läßt ſich jene Theilnahme leicht in Rechnung nehmen, da man weiß daß die Wärmefaſſung (Eigenwärme) des Glaſes ⅕ jener des Waſſers iſt; oben S. 325. Zu dem letzteren der Verſuche wählt man gewöhnlich eine kleine, an ihrem Halſe in eine lange Abzugröhre auslaufende Retorte, in die man die zuvor beſtimmte erforderliche Menge Waſſer zum Sieden bringt, deſſen Dampf man dann durch das (gegen Abkühlen durch Auſſenluft; mittelſt Werg-Umwickelung geſchützte) Abzugrohr in jenes Gefäß in die Vorlage leitet, welches das durch den eintretenden Dampf zu erhitzende, zuvor gewogene kalte Waſſer enthält, und das man durch einen Schirm gegen die Stralwärme der Retorte, ſo wie gegen die heißen Verbrennungs-Gaſe des Retorten-Erhitzers ſchützt; im Uebrigen ſind die oben S. 304 erwähnten Vorſichtsmaaßregeln auch hier in Anwendung zu bringen. Die Aufgabe wird vollkommen gelöſ't, wenn man in die gewogene Menge kalten Waſſers der Vorlage die genau zu beſtimmende Menge des ſiedendheißen Waſſerdampfes leitet, ohne anderweite Anwärmung der Vorlage, und ohne Wärme-Mittheilung derſelben an die Umgebung zu geſtatten; letzteres verhütet man, indem man gleich anfänglich die Temperatur des in ihr enthaltenen Waſſers unter die der Umgebung bringt, indeſſen darf man in dieſem Falle es begreiflich auch nicht zu viel höheren Anwärmungen des Vorlage-Waſſers kommen laſſen, als die Temperatur dieſer Umgebungen beträgt; wenn z. B. das Waſſer in der Vorlage 10° C. hat, ſo wird man die Vorlage in ein zweites Gefäß mit Waſſer vor 12° C. bringen und mit dem Verſuche aufhören müſſen, wenn man das erſtere Waſſer ebenfalls 12° oder höchſtens 14° C. zeigt. Da man jedoch hiebei nicht verhüten kann, daß ſich das erſtere Waſſer auf Koſten des letzteren (des Umhüllungs-Waſſers) etwas anwärmt, ſo iſt es zweckmäßiger die Vorlage mit Werg umwickelt in eine zweite hölzerne Hülle zu ſtecken, und ſo der erſteren Entwärmung durch die Umgebung möglichſt zu verhüten. — Die Vermuthung, daß es in dieſem ähnlichen Verſuchen einen Unterſchied machen müſſe, wenn die Siedhitze des ampfes größer oder kleiner ſey, lag, bei Nicht-Berückſichtkgung der Zuſtandswärme-

β) Kaltmachende Miſchungen: Eine nicht unbeträchtliche Menge hierher gehöriger Beiſpiele findet man S. 568 des II. B. m. Experimentalphyſik (2te Aufl.), zum Theil auch in m. Grundz. I. 170 u. 382 aufgeführt, folgende dürften zur Erzeugung von Eiskälte, in Ermangelung des Eiſes, z. B. Behufs der Darſtellung eiskalter Speiſen und Getränke, am leichteſten und wohlfeilſten in Anwendung zu bringen ſein. Man ſchüttet (Walker's Verſuchen gemäß; Gren's Journ. I. 423) in ein Glas eine beliebige Menge zuvor mit ſeinem gleichen Gewichte Waſſers verdünnten und wieder kalt gewordenen Vitriolöls, und ſchüttet dem Gewichte nach eben ſo viel gröblich zerſtampftes kryſtalliſirtes Glauberſalz hinein; war die Temp. des Glaſes zuvor 10° C., ſo fällt ſie nun auf — 20° bis 21° C., und wenn man mehr Glauberſalz anwendet, ſelbſt auf — 30° bis 35° C. Aendert man dieſen Verſuch dahin ab, daß man ganz trocknes, aber durchaus unverwittertes zerſtampftes Glauberſalz in unverdünntes Vitriolöl ſchüttet, ſo fällt das in dieſes Gemiſch gebrachte Thermometer, wenn man möglichſt viel Glauberſalz verwendet hatte, bis unter Merkur-Erſtarrungs- (Queckſilber-Gefrierungs-) Kälte, d. i. bis — 40° C. und darunter, ſelbſt wenn Glas, Glauberſalz und Vitriolöl zuvor eine Temperatur von 12° bis 16° C. hatten. — Gleiche Theile gepulverten Salmiaks und Salpeters innig und ſchnell gemengt, gaben, mit Waſſer gemiſcht, in W's Verſuchen eine Kälte, die hinreichte, Waſſer oder Rahm, die in einem in dieſes Gemiſch zu tauchenden Glaſe ſich befanden, im Sommer zum Gefrieren zu bringen. Doppeltes Scheidewaſſer auf

---

Geſetze, nahe, indeſſen zeigten genaue Verſuche das Gegentheil, indem ſie lehrten: daß die latente Wärme des Waſſerdampfes ſich ſtets gleich bleibt, gleichviel, ob er durch Sieden unter einem Luftdruck von 28″ Pariſ., oder von nur 14″, oder bei dem Druck einer zweifachen Atmosphäre (wo das Waſſer erſt bei 122° ſiedet), oder bei irgend einer anderen Barometerhöhe entwickelt worden war; ſtets betrug ſeine verborgene Wärme 531° C., woraus denn weiter folgt: daß eine gegebene Menge Waſſergas, bei der Barometerhöhe, bei welcher es gerade zu beſtehen vermag, bei jeder nicht zu ihrer Entgaſung führenden Temperatur ſtets dieſelbe Wärmegröße gedämpft oder bis zur Verborgenheit gebunden enthält, und daß man mithin mit Waſſerdampf von niederer Temperatur zu heitzen vermag (vergl. oben S. 45 Anm. und S. 220), und wenn man mit demſelben nur Heitzung beabſichtigt, es unvortheilhaft iſt, die vorgängige Erhitzung deſſelben unter hohem Drucke zu veranſtalten; oben S. 64 Anm. Einige Phyſiker unterſcheiden phyſiſch- und chemiſch-verborgene oder gebundene Wärme, erſtere adhärirende, letztere eigentlich gebundene unter der Vorausſetzung nennend: daß Wärme nicht Bewegung der wägbaren Subſtanz, ſondern ein ſelbſtſtändiger Stoff ſey; zu den chemiſchen Wärme-Bindungen zählen ſie die in den Lüften, zu den phyſiſch verborgenen die in den Dämpfen, ſo wie in den weichen, biegſamen und ſtreckbaren Metallen und anderen ſtarren Materien gegebene latente Wärme; vergl. Gren's Naturlehre 6te Aufl. §. 612 S. 356. Daß in den Lüften, neben der Cohäſion, auch durch Elektricität beherrſchte Cohäſion, d. i. chemiſche Anziehung gegen die Wärme ſich bethätigt, dürfte kaum zu bezweifeln ſeyn. Große Verdichtung vermehrt jedoch die Cohäſion und bewirkt ſo, zumal bei Mitanweſenheit von dem viel Wärme bindendem Waſſer, Umwandelung auch der Lüfte in tropfbare oder ſtarre Subſtanzen.

zerſtampftes Glauberſalz gegoſſen, gab W. eine Kälte, welche die erſt erwähnte beträchtlich übertraf und ſich lange Zeit hindurch fühlbar erhielt. Dieſe lange Andauer der erzeugten Kälte iſt ohne Zweifel hauptſächlich Folge der großen Wärmefaſſung des theils in der zugeſetzten Säure ſchon vorhandenen, theils in dem durch Kryſtalleis-Schmelzung erſt hervorgegangenen tropfbaren Waſſers; eine Mitwirkung, welche auch zur Erhöhung der erzeugten Kälte *) weſentlich beiträgt. Wie ſich hierbei die einzelnen Zeitdauern ſelbſt verhalten, zeigt folgender Verſuch. Erhizt man Eis von — 10° C. (z. B. indem man das Gefäß, worin das Eis befindlich, in heißes Waſſer von einer beſtimmten und während des ganzen Verſuch-Verlaufs durch äußere Anwärmung beibehaltenen Temperatur taucht), ſo fordert es, um ſich bis zu 0° C. anzuwärmen, vier Minuten Zeit; dann aber, bis alles Eis geſchmolzen und darauf + 10° C. erreicht hat, nicht weitere 4, ſondern ganze 30 Minuten, und falls es ſtatt + 10° C. nur erſt 0° C. erlangt hatte, jedoch bereits durchgängig geſchmolzen war, um von da an zum Sieden zu gelangen 40 Minuten, und um nun gänzlich zu verdampfen noch 210 Min. Hiernach müßte die Temperatur eines an der Verdampfung verhinderten, eingeſchloſſenen Waſſers von 0° C., durch Erhitzung in

*) Vermiſcht man 2 Pfund Eis von 0° C. mit 20 Pfund Waſſer von 13°, ſo erhält man genau dem Verhältniß der zur Eisſchmelzung erforderlichen Wärme gemäß (oben S. 304), da 20 mal 13° C. deren 260 geben und hievon für die Schmelzung des Eiſes 2 mal 75° abgehen (mithin 110° übrig bleiben, die unter 22 Pfund Waſſer zu vertheilen ſind), 22 Pfund Waſſer von 5° C.; vermiſcht man aber zu gleichen Theilen Waſſer von + 9° C. mit Eis von — 12° C., ſo gefriert das Waſſer und dieſes neu gewordene Eis hat nun, gleich dem urſprünglich gegebenen — 2° C., woraus hervorgeht, daß die Wärmefaſſung des Waſſers, in dem oben S. 325 erwähnten Verhältniſſe, größer iſt, als jene des Eiſes, und wenn daher Waſſer und Eis gleiche Temperatur (beide 0° C.) haben, ſo verhalten ſich beider Eigenwärmen wie 10 zu 9, oder ſo iſt die Eigenwärme des Waſſers $^{10}/_9$ von jener des Eiſes, und ſo muß die 75° C. entſprechende latente Wärme des Waſſers $^1/_9$ der bei 0° im Eiſe gegebenen Wärmegröße betragen, und mithin vom ſog. abſoluten 0 (vgl. ob. S. 49 ff. um 75 mal 9, d. i. 675 + 75 = 750° C. fernen. — Irwine, aus deſſen Verſuchen dieſe Folgerungen abgeleitet worden, erklärte die latente Wärme, und mithin auch jene Wärme, welche beim Schmelzen des Eiſes von 0° C. zu Waſſer von 0° C. verſchwindet, lediglich als Folge der Zunahme der Wärme-Capacität des Waſſers, bei deſſen Flüſſigwerden; wenn alſo in ſeinen hieher gehörigen Verſuchen ſchmelzendes Eis 140° F. (= 77°,777 ... C.) latent macht, ſo werden, weil die Eigenwärme des Waſſers jene des Eiſes um 140° F übertrifft, noch neue 140° F erfordert, damit das geſchmolzene Eis dieſelbe Temperatur darbiete, die es hatte, da ſeine Eigenwärme geringer war. I. nahm außerdem an, was ſpätere Beobachtungen widerlegten (oben S. 325), daß die Eigenwärme der Körper bei allen Temperaturen dieſelbe ſey, d. h. die gleiche Größe darbiete. Die Wärme, welche bei einer Miſchung der Schwefelſäure und des Waſſers bemerkbar wird, lehrte I., iſt der Unterſchied zwiſchen der Summe der abſoluten Wärme der beiden Beſtandtheile und der abſol. Wärme des Gemiſches, und die Wärmegrade, welche jeder der Beſtandtheile für ſich zu einer gleichen Veränderung der Temperatur erfordert, ſtehen im Verhältniß der abſoluten Wärmen dieſer Beſtandtheile. Wiewohl nun I's Hypotheſe vom abſoluten Wärmeſtoffe auf irrigen Grundlagen ruht, ſo iſt doch außer Zweifel, daß

30 Min. zu 75° C. und in 210 Min. zu 525° C. erhoben werden können. Hierher gehörige lehrreiche Verſuche wurden von Martin (in Hinſicht der Wärme-Erforſchung der lehrreiche Vorgänger Black's; vergl. deſſen: Essay on the Heating et Coating of bodies) angeſtellt, der, indem er zugleich zeigte: daß Mercur ſich weit ſchneller anwärmen und abkühlen laſſe als Waſſer und damit die Meinungen Boerhave's und Muſchenbrök's: daß eine dem Eigengewichts-Unterſchiede entſprechende Anwärmungs- und Abkühlungs-Zeit erfordert werde (wonach das Mercur ſich gegen 14mal langſamer anwärmen und abkühlen müſſe, als Waſſer, das mit ihm gleiche anfängliche Temp. dargeboten) geradezu widerlegte, als der eigentliche Entdecker der Eigenwärme zu betrachten ſteht, wiewohl in Schottland erſt Black, und mit dieſem nahe gleichzeitig (1755) De Luc, damals in Genf, und bald darauf auch Wilke, zu Stockholm, mit Beſtimmtheit das Geſetzliche derſelben entwickelten und durch mehrfache Verſuche mit Erfolg zur allgemeinen Anerkenntniß brachten. Black erklärte jene Zeitunterſchiede ſehr einfach dahin: daß, da das Merkur weit weniger Wärme (eine weit geringere Menge Wärmeſtoff) erfordere, als Waſſer, um ſich mit demſelben zu gleichen höheren Temperaturen anzuwärmen, es auch in dem-

durch die größere Wärmefaſſung des tropfbaren Waſſers (verglichen mit jener des Eiſes) nothwendig die durch die Latent-Machung der Wärme bewirkte niedere Temperatur der kaltmachenden Miſchungen, noch um ein Beträchtliches herabgeſtimmt werden muß. Auffallend iſt hiebei, daß J. ſelbſt, am Wachſe und am Wallrathe, das Zunehmen der Eigenwärme mit der Temperatur wahrgenommen hatte, wie ſolches ſpäterhin auch Crawford bei verſchiedenen anderen Materien wahrnahm. Wenn jene, welche ein Wärmeſtoff als Urſache der Wärme gelten laſſen, zugeben: daß derſelbe nicht chemiſch gebunden zu werden vermöge, ſo müſſen ſie auch zugeſtehen, daß, wenn die Eigenwärme des Waſſers zu jener des Eiſes ſich wie 10 zu 9 verhält, auch der abſolute Wärmeſtoff in demſelben Verhältniß ſtehen muß, und eben ſo auch: daß (bei nicht-chemiſcher Bindung) die latente Wärme nur eine Folge der Veränderung der Eigenwärme ſeyn könne. Irwine erklärte, ſeiner Anſicht gemäß folgrecht, auch alle bei chemiſchen Verbindungen eintretenden Wärme- oder ſtatt derſelben Kälte-Erzeugungen für Folgen der Veränderung in der Eigenwärme-Größe der Materien; nimmt dieſe zu, ſo entſteht Kälte, nimmt ſie ab, ſo wird entwickelt Wärme. Dieſe Erklärung konnte jedoch nur dann jene, welche einen Wärmeſtoff annehmen, zufrieden ſtellen, wenn bewieſen wurde: daß die Menge der abſoluten Wärme, die entwickelt wird, wenn man die miſchbaren Stoffe in verſchiedenen Verhältniſſen vereint, eine beſtändige Größe ſey. Gadolin's hieher gehörige Verſuche ſchienen auch etwas der Art darzuthun, allein die Verſuche von Lavoiſier und Laplace zeigten gerade das Gegentheil. Denn ihre Verſuche mit $9\frac{1}{3}$ Gewichtstheilen Salpeterſäure und 1 Kalk gaben für die abſolute Menge der Wärme, oder vielmehr für deren Abſtand bis zum wirklichen Null $\frac{1889}{0{,}01783}$ d. i. einen Werth, der weit über die Rothglühhitze hinausfällt, und indem hier mithin das abſolute Null nicht unter, ſondern über 0° C. gefunden ward, fügte Laplace (Mem. de l'acad. des Sciens. 1780. p. 386) hinzu: daß, da ſolcher Werth des abſ. Null phyſiſch unmöglich iſt, die Unrichtigkeit der Hypotheſe, welche der Rechnung zum Grunde liege, dargethan erſcheine, vorausgeſetzt, daß die in die Rechnung eingeführte Größe der Eigenwärme richtig geweſen.

ſelben Verhältniß ſeine hierbei aufgenommene geringere Wärmemenge wieder eher werde abgeben müſſen (an die abkühlenden Umgebungen), als das Wärme reichere Waſſer, das zur Entlaſſung ſeines aufgenommenen größern Wärmegehaltes begreiflich auch mehr Zeit heiſche *).

γ) Große künſtliche Kälte gewähren übrigens Gemiſche aus gepulverten Salmiak (und mehr noch fein zerriebener, vollkommen trockener ſog. ſalzſaurer Kalk oder (Calcin. Chlorid, S. 208), noch wirkſamer kryſtalliſirtes Aetzkali oder Aetznatron, und am wirkſamſten gefrornes Vitriolöl und harter, nicht feuchter Schnee, wenn man beide in ſehr dünnen, oben hinreichend weiten, zuvor möglichſt erkalteten Gefäßen, mittelſt möglichſt kaltem Stempel (Mörſerkeule oder Piſtill) in kürzeſter Zeit zuſammenreibt. Am beſten kältet man zuvor nicht nur Gefäß und Stempel, ſondern auch das Salz (oder die ſtarre Säure) und den Schnee in ähnlichen kaltmachenden Gemiſchen bis zu ſehr tiefen Temperaturen. So behandelt, gibt 1 und 2 oder 3 Calcin. Chlorid leicht eine Temperatur-Erniedrigung, wobei Mercur gefriert, wie denn der verewigte Lowitz zu St. Petersburg im Decbr. 1792, und ſpäterhin Fourcroy und Vauquelin, ſowie Graf v. Muſſin-Puſchkin ſelbſt im erwärmten Zimmer, auf dieſem Wege beträchtliche Mengen Mercur's zum Erſtarren und zum Kryſtalliſiren brachten (indem man den nicht erſtarrten Theil von dem erſtarrten abgoß, blieben octoedriſche Mercurkryſtalle zurück), und Hermbſtädt, mittelſt kryſt. Aetzkalis und Schnee bei + 12° R. Zimmerluft-Wärme Mercur gefrieren ſah **); vergl. Crell's Ann. 1793 I. 166, 1795 II. 514 und 1796 I. 529. Sehr lehrreiche hierher gehörige Verſuche mit gefrorner engliſcher conc. Schwefelſäure und Schnee ſtellten M. Nab und Cavendiſh an; Gren's Journ. I. 113. Daß kaltmachende Stoffe oder chem. Verbindungen verhältlich größte Kälte gewähren werden, wenn man ſie im umgekehrten Verhältniſſe ihrer Atom-Gewichte (oben 205 Anm.) mit einander vermiſcht, folgt aus dem S. 205 Anm. erwähnten Schmelzungs- oder Fluß-Beförderungs-Geſetz. — Geringe ſind die Temperatur-Vertiefungen, erzeugt durch Metall-Vermiſchungen, z. B. durch Zinn mit Blei, Wismuth und Mercur,

*) Black ſprach als Regel hinſichtlich des oben S. 330 erwähnten, zur Ermittelung der Wärme-Faſſungsgröße benutzten Miſchungs-Verfahrens aus: multiplicire das Gewicht des Waſſers mit ſeiner Temperatur, verfahre ebenſo mit dem demſelben beizumiſchenden Stoff und dividire das erſte Produkt durch das letzte, ſo giebt der Quotient die Wärme-Capacität des Stoffes, die des Waſſers gleich 1 angenommen.

**) Fourcroy und Vauquelin ſahen in einem Gemiſche von 8 Calc. Chlorid und 6 trockenen Schnee's trofbares Aetzammon zu wenig riechenden weißen Nadeln kryſtalliſiren und ebenſo rauchende Salpeterſäure, (Azotſäure, oben S. 209 Anm.) in gelbrothen Nadeln anſchießen; beide Anſchüſſe ſcheinen durch Kälte ausgeſchiedenes Eis geweſen zu ſeyn, von denen der letztere durch Salpetrichtſäure gefärbt war. — Aether kryſtalliſirte in demſelben Gemiſche in weißen Blättchen.

die nicht ſowohl durch Zuſtands-Wechſel, als durch bei ihrer Verbindung eintretende Ausdehnung hervorgehen; m. Grundz. I. 171. Ueber Erzeugung künſtlicher Kälte mittelſt theilweiſer Verdampfung ſ. a. a. O. 201 und oben S. 200. Wir pflegen Getränke zu kühlen, indem wir ſie mit naſſen Tüchern umhüllen und dieſe von der Zugluft, vom Winde beſtreichen laſſen, oder die ſie enthaltenden Gefäße in der Luft herum ſchwenken, auch weiß man, daß ſolche Kühlung beträchtlich vermehrt wird, wenn man mittelſt eines außen genäßten Blaſebalges zuvor möglich gekühlte Luft gegen dergleichen Gefäße bläſ't *); wahrſcheinlich benuzte auch Hutton ein ähnliches Mittel (Umſtrömung des zu erkaltenden Gefäßes mit Luft, die zuvor möglichſt zuſammengepreßt und dann durch die Nähe ſehr kaltmachender Gemiſche, oder mittelſt Verdampfung reinſten Aethers oder Alkohols, oben S. 201, im hohen Grade gekältet worden), wenn überhaupt die von ihm bekannt gemachten angeblichen Beobachtungs-Ergebniſſe (Gefrieren des Alkohols, unter vorangegangener Scheidung deſſelben in zweierlei tropfbare Flüſſigkeiten — Alkohol und Fuſelöl? —) thatſächlichen Werth haben; m. d. Gewerbsfr. II. 200. Auffallend iſt die Beobachtung Cavallo's, daß Waſſer, das mittelſt verdampfenden Aethers zum Gefrieren gebracht wurde (oben S. 214, Anm.), im Sommer oft erſt bei 15° F. unter dem Gefrierpunkt, alſo bei 17° F. erſtarrte, während es im Winter ſchon bei 30° F. fror; Philos. Transact. Vol. LXXI. P. II. p. 511. Auf theilweiſe Verdampfung gründet auch jene Kühlung der Getränke (zumal des Waſſers), welche man in mehreren Gegenden Aſiens, z. B. in Perſien, Armenien, in der Mongolei ꝛc., ſowie in Arabien, dann auch in Aegypten und in Spanien (wahrſcheinlich in Folge der von den Mauren überbrachten Erfindung) und Afrikas, z. B. in Aegypten zum Theil ſchon ſeit Jahrtauſenden in Gebrauch genommen hat, nämlich dergleichen Flüſſigkeiten entweder durch poröſe, nicht glaſurte Thongeſchirre zu ſeihen, oder in dergleichen Geſchirren aufzubewahren; hierher gehören die Kolle's der Aegypter, die Alcarazza's der Spanier, die Kühlkrüge von Chuſch-Kenan (Krug-Bruch, Dorf) in Perſien, u. m. dergl., ſowie auch Fourcroy's den Alcarazza's nachgebildetes Hydroceramen. Auch gehört hierher die Wirkung der Tatties, d. i. Matten von friſchen grünen Sträuchern oder langen, den Schlangenwurzeln ähnelnden Wurzeln, die man in Oſtindien, zu Benares ꝛc. an den Thüren oder Fenſterrahmen befeſtigt und beſtändig mit Waſſer beſprengt; die dadurch hervorgebrachte Kälte ſchäzt man der Hitze gleich, welche die einſtrömenden, die Verdampfung bewirkenden heißen Winde hervorbringen; Gren's. Journ. VIII. 414.

*) Ueber Kälte durch Ausdehnung vergleiche oben S. 204; von Edelkranz's Vorrichtung zu dergleichen Kälte-Erzeugung; ſ. in Pfaff's und Friedländer's neueſten Entdeck. der franz. Gelehrten. 1803. 5. Stück S. 75. Größte Kälte erzeugt verdampfende tropfbare Kohlenſäure.

δ) Gleichfalls, jedoch nur zum Theil, hierher gehörig iſt auch das in Oſtindien übliche Verfahren, Eis zu erzeugen, wie man es z. B. in Seerore bei Benares, zu Alahabad, Mootegil und Calcutta betreibet, d. i. an Orten, die zwiſchen 23½° und 25 $^1/_{20}$ n. Br. liegen. In flache und ſehr poröſe Pfannen, welche man in nicht zu (etwa 4 Zoll) tiefe, gegen Abend liegende Gruben oder von 4 Zoll hohen Erdwällen umgebene, 4—5 Geviertfuß große Ebenen ſtellt, deren Vertiefung mit locker gelegtem Zuckerrohr oder mit getrockneten Reisſtengeln zuvor ausgefüllet worden, gießt man entweder aus Ziehbrunnen friſch geſchöpftes oder beſſer abgekochtes und dadurch weich gemachtes kühles Waſſer; während der ſehr ſternhellen, ſtarke Wärme-Entſtralung des Bodens und der Pfannen geſtattenden windſtillen Nacht, kälten ſich dieſe Gefäße, theils mittelſt der in Folge ihrer Poroſität ſtatthabenden theilweiſen Verdampfung, theils gemäß der großen Wärme-Entſtralung bis zu Graden nahe dem 0° C. und führen ſo herbei Umwandlung des in den Pfannen verbliebenen Waſſer-Antheils in Eis, das vorzüglich gegen Morgen, wenn die Nachtkühle am größten iſt, am häufigſten zu Stande kommt *). — Will man in der verdünnten Luft der Guerike'ſchen Leere (S. 53) mittelſt Aether-Verdampfung (ob. S. 201) große Kälte zu Wege bringen, ſo thut man wohl, Cullen's Beiſpiel gemäß, über den die Verdampfungs-Vorrichtung enthaltenden Lupftpumpen-Recipienten noch einen zweiten zu ſtürzen, um ſo das Anwärmen des erſtern durch die umgebende warme Luft möglichſt zu verhüten **). — Salz-Löſungen entließen, in Fourcroy's und Vauquelin's Verſuchen,

*) Man ſchmiert die Pfannen inwendig mit Butter, Palmöl oder Talg aus, damit ſich das Eis nicht anhängt, weil man es ſonſt nicht würde herausnehmen können, ohne die Pfannen zu zerbrechen. Solches Einſchmieren muß wenigſtens jeden dritten oder vierten Tag erneuert werden. Zu Seerore ſetzt man auf einmal ungefähr 100,000 Pfannen aus, zu deren Füllung Abends und Eisentleerung Morgens gegen 5 Uhr etwa 300 Männer, Weiber und Kinder in Anſpruch genommen werden.

**) Whiſtar (oben S. 209 Anm.) brachte 1½ Unzen Aether (Schwefeläther) in eine Glasretorte, leitete deren Halsmündung in eine langhalſige Vorlage, verſchloß die Fugen dampfdicht, und umgab die Vorlage mit einem Gemenge von Schnee und Salz; die Temperatur der die Retorte umgebenden Luft war 50° F. (+ 10° C.) jene der kältenden Vorlagehülle 10° F. (= — 23°,33 C.), der Unterſchied beide Temperaturen überſtieg alſo nicht 40° F. (= 22°,222 C.). Nach 30 Stunden war ⅓ des Aethers überdeſtillirt. Eine ganz ähnliche Vorrichtung wurde mit demſelben Aether 30 Stunden lang bei 50° F. belaſſen, ohne die Vorlage tiefer zu kälten: es hatte keine Deſtillation ſtatt gefunden. Unter ähnlichen Bedingungen ſah W. auch Kampfer ſublimiren, jedoch nur in geringer Menge. Whiſtar's Verſuch iſt, wie man ſieht, gewiſſermaaßen als Vorgänger der Erſindung des Froſt- oder ſogenannten Kälte-Träger's (Kryophorus; verbeſſert von Marat, ſ. Gilberts Anm. *XLVIII.* 174 und oben S. 214 Anm.) zu betrachten. — Die größte Kälte, die Waſſerverdampfung unter den Luftpumpe-Glasglocken (Recipienten) mittelſt nebenſtehender Schwefelſäure (oben S. 201) hervorbringt, erreicht nur — 32° R. (= — 40° C.). Marcret ſah mittelſt Anthrathion (Schwefelkohlenſtoff oder ſog. Schwefelalkohal) Verdampfung — 50° R. bis — 66 . . . R. = — 62,5 C. — bis — 77,77 . . C.) hervorgehen. Ewerling Slauberg meldete 1797 Guyton daß er durch Vermiſchung

künſtlich tief erkaltet, ihren Salz-Gehalt theils in Pulverform, theils kryſtalliniſch. Gold, Silber, Zinn und Blei verloren alſo erkaltet ihre Hämmerbarkeit und Federkiele wurden darin ſo ſpröde als dickes Glas.

ε) Dampf-Heizung und Dampf-Trocknung. Leitet man Dampf ſiedenden Waſſers durch metallene, zur Abhaltung des Wärmeverluſtes ſtark mit Werg umwickelte, ſo wenig wie möglich von Gemäuer berührte, und wo möglich größtentheils von eingeſchloſſe-

---

von Aether und Hydrochloräther (leicht. Salzäther) eine Flüſſigkeit gewonnen haben, durch deren augenblicklich ſchnelles Verdunſten Mercur gefriere und Azotoxydgas (Salpetergas), das zuvor durch ſtarken Druck beträchtlich verdichtet worden, zur tropfbaren Flüſſigkeit ſich verdichte; Dictionn. de Chemie p. L. Cadet. II 330. Als Gay-Luſſac möglichſt waſſerarme Blauſäure (Hydrokyanſäure), die bei + 7° C. ein Eigengewicht von 0,70583 bei + 18° C. eins von 0,6969 hatte (bei 26°,5 + 0° C. zum Sieden kam, — oben S. 199 — bei + 10° C. als Dampf einer Mercurſäule des Elaterometer's — oben S. 192 — von 0,38 Meter oder 14 Pariſ. Zoll das Gleichgewicht hielt und bei + 20° C. das Volum der mit ihr vermengten Gaſe, z. B. der atm. Luft, verfünffachte (weshalb man ſie nicht in der Luft aus einem Gefäße in das andere gießen darf, und was bewirkte, daß früherhin einige Chemiker erwähnten: die Blauſäure laſſe ſich als permanentes Gas, d. i. in Luftform darſtellen), der Kälte eines Gemiſches von 2 Eis und 1 Kochſalz ausſetzte, gefror dieſelbe jedes Mal, dabei in faſrigen, dem Ammon-Nitrat ähnelnden Kryſtallen anſchließend, die bei — 15° C. feſt blieben, bei höheder Temperatur dagegen ſofort ſchmolzen. Ein Tropfen dieſer Säure, der am Ende einer Glasröhre hieng, oder noch beſſer, den man auf ein Stückchen Papier hatte fallen laſſen, gefror, durch ſeine eigene theilweiſe Verdunſtung, im Augenblick (zu Blauſäure-freiem Eis). Gay-Luſſac erhielt dieſe Blauſäure, indem er in eine Tubulatretorte zerriebenes Merkurkyanid oder ſog. blauſ. Mercur (Merkurkyanſäure; m. Grundſ. I. 316) ſchüttete, an deren Hals eine gekrümmte Röhre kittete, deren längerer Schenkel in eine kleine tubulirte Mittelflaſche herabhieng, welche gepulverte Kreide und Calcinchlorid enthielt (um Salzſäure und Waſſer die etwa mit überdeſtilliren würden, zurück zu halten) verband dieſe Mittelflaſche durch eine gekrümmte Röhre mit einer zweiten, nur von Calcinchlorid erfüllten Mittelflaſche, und dieſe mit einer dritten mit einem eingeriebenen Stöpſel verſehenen Flaſche, welche dazu beſtimmt war, die Salzſäure und möglichſt Waſſer-freie Blauſäure ſelbſt in ſich aufzunehmen. Alle drei Flaſchen wurden mit einem Gemiſch von 2 Eis und 1 Kochſalz umlagert. Als dieſe Vorrichtung beendet war, wurde in die Retorte ſchwach rauchende Salzſäure gegoſſen und nun ſchwach erwärmt. Das Merkurkyanid löſ'te ſich bald auf und die Flüſſigkeit ſchien zu kochen, die aufſteigenden Dämpfe, zum Theil ſchon im Retorthalſe, bildeten dem deſtillirten Alkohol ähnliche Streifen. Sobald Waſſer überzugehen anfieng, beendete man die Deſtillation, obgleich auch dann noch etwas Blauſäure mit überzugehen pflegt. Gewöhnlich verdichtet ſich alle überdeſtillirte Blauſäure in der erſten Mittelflaſche, in Form einer gefärbten, auf dem wäßrig flüſſig gewordenen Calcinchlorid ſchwimmenden Flüſſigkeit; um dieſe durch nochmalige Deſtillation (d. i. durch ſog. Rectification) zu reinigen, zieht man aus der erſten Mittelflaſche jene Röhre heraus, welche ſie mit der Retorte verbindet, paßt den Tubulus genau ſchließend ein, entfernt die Froſtmiſchung und erwärmt die Flaſche mittelſt ſchwach glühender Kohlen ein wenig (jedoch nicht über 30° bis 35° C.) und treibt ſo die Blauſäure in die zweite Flaſche über; man entfernt nun die erſte Flaſche, läßt die Blauſäure mit dem Calcinchlorid in der zweiten Flaſche einige Stunden lang in Berührung, und treibt dann aus dieſer Flaſche die Säure, mittelſt geringer Erwärmung, in die dritte Flaſche. Alſo gewonnen iſt ſie waſſerklar.

ner (von Mauerwerk umſchloſſener) *) Luft umhüllte Röhren, zu dem Orte hin, wo ſie wärmend wirken ſollen, ſo erzielet man dadurch eben ſo *ſchnelle* als *gleichförmige* Anwärmung oder Heizung, die, da ſie die Temperatur des Dampfes nie erreicht und noch weniger je zu überbieten vermag, die Anwärmungs- oder Heizungs-Größe zwar willkührlich mindern, aber nicht zum Nachtheil mehren, und daher z. B. bei damit verbundenen Trocken-Anſtalten, *Sengung* oder ſog. *Anbrennen* aller dadurch anzuwärmender Lebweſen entſtammender Gebilde vollkommen verhüten läßt. Um Zimmer und ähnliche Räume in dieſer Weiſe zu heizen, leitet man dergleichen hier jedoch vom Werg entblößte Dampfröhren unter den Fußboden, oder zugleich auch in den Seitenmauern weg; um Tabak, Krapp ꝛc. dadurch zu trocknen, führt man den Dampf (am beſten unmittelbar von der Deſtillirblaſe aus) unter große kupferne Platten, auf welchen die Tabaksblätter ꝛc. mit Krücken gewendet werden, ſo lange, bis ſie vollkommen trocken erſcheinen. Zur Trocknung des *Holzes* (namentlich nicht nur der zu Hausgeräthen, muſikaliſchen Inſtrumenten u. dergl. beſtimmten Bretter, Stäbe, Dielen u. ſ. w., ſondern der Balken, Faßdauben u. m. a. Bau- und Arbeits-Stücke) oder zur ſogenannten *Holz-Auslaugung*, wodurch das Holz an Haltbarkeit, Dauerbarkeit und Feſtigkeit gewinnt (ſo daß z. B. dergleichen Eichenholz von durchgehenden Kugeln nicht zur Splitterung gebracht wird, und nicht ſplittrig, ſondern, mittelſt Biegung oder einſeitiger Belaſtung hohl gelegter Bretter, *zackig* bricht, wie ſolches das von der Luft *am beſten getrocknete* Holz, unter ähnlichen Druck- oder Verſchiebungs-Gewalten, zu erleiden

*) Ruhige, mit der äuſſeren bewegten nicht in Verbindung ſtehende Luft, z. B. der Hohlwände chemikaliſcher Oefen (der Deſtillir-, Schmelz-, Sublimir- u. ſ. w. Oefen) vermag Wärme durch *Mittheilung* im ſo geringen Maaße zu entführen, daß der hiedurch nach Außen hin entſtehende Wärme-Verluſt faſt unmerkbar wird. Auch an der ſchlechten Wärme-Leitung des Holzes, des Stroh's, der Holzkohle, der ſeidenen, wollenen, leinenen Zeuge, des Papiers u. dgl. hat die ruhige die Partikelchen als Atmosphäre eng umhüllende Luft großen Antheil; vergl. oben S. 93. *Fußböden* des Erdgeſchoßes erhalten ſich nicht nur vollkommen trocken, ſondern auch warm, wenn man innerhalb des Fundaments die Erde mit gutem Thon ausſchlägt, dieſen mit Kohlenpulver einige Zoll hoch bedeckt, und darüber, einige Zoll höher die ausgelaugten, hinreichend ſtarke Dielen legt, deren Fugen man durch mit Käſeeiweiß (weichen Käſe) abgeriebenen friſchgelöſchten Kalk beſtreicht und alſo beſtrichen in einander treibt. Noch zweckmäßiger iſt es freilich: die Thonlage und Innenſeiten des Fundaments mit dünnen Backſteinen und Waſſermörtel zu übermauern und die horizontale Waſſermörtelſchicht nach dem Trocknen mit Kohlenpulver zu beſtreuen. Alſo behandelt würden Fundamente der Häuſer ohne Nachtheil (ohne Erzeugung feuchter Luft, die in den Häuſern außer der Veranlaſſung von Moderung und Schwamm-Bildung auch Hauptquelle der *Scrophel-Krankheit* und verwandter Krankheiten der Hausbewohner, zumal der jugendlichen, zu ſeyn ſcheint) in die Erde gelegt werden können und nicht aus derſelben hervorzuragen brauchen, um die darauf ruhenden Gebäude *trocken* und vielleicht auch gegen *Mauerfraß* (*Salpeterfraß*, d. i. Erzeugung von *Mauerſalpeter* oder ſalpeterſauren Kalk) geſchützt zu erhalten.

pflegt, veranſtaltet man ziemlich einfach in einem viereckigen, von Bohlen nicht luftdicht zuſammengefügten Kaſten, von 13 Fuß Länge, 6 Fuß Breite und 4 Fuß Höhe, indem man die auszulaugenden Hölzer, unter Zwiſchenräume-Belaſſung, neben einander ſtellt, die obere Kaſten-Oeffnung mit einem eingefugten hölzernen Deckel verſchließt und nun an einem der ſchmaleren Enden, etwa 6 Zoll vom obern Rande, die Helm- oder Hut-Röhre einer kupfernen Deſtillirblaſe (oder ſogenannten Brennkeſſels) einmünden läßt, während ein unten am entgegengeſezt ſchmalen Ende befindliches Abzugrohr das zur tropfbaren Flüſſigkeit verdichtete Waſſer aufnimmt und ableitet. Das Waſſer läuft hier anfangs ungefärbt ab, färbt ſich dann immer mehr, zeigt ſich gegen Ende der Verrichtung wieder weniger farbig und endlich wieder vollkommen farblos; es entzieht dem Holze alle der Moderung und ſonſtigen Verderbniß fähigen Theile, ſichert es dadurch gegen Verderbniß, Holzſchwamm *) und dergleichen, und

---

*) In 16 Theilen kalten Waſſers gelöſ'ter Aetzſublimat (Merkurchlorid; ſ. m. Grundz. I. 464) — eines der ſtärkſten Aetzgifte, das daher beim Gebrauch viele Vorſicht heiſcht — ſchüzt, Robiſon zufolge, Tinte gegen Schimmelung (was auch etwas in dieſelbe geſtreuetes und verrührtes, fein zerriebenes rothes Merkuroxyd und, ohne alle Gefahr, Aufguß chineſiſchen Thee's, ſowie auch, jedoch unter widrigem Nebengeruch, Holzeſſig, hingegen meinen Erfahrungen zufolge nicht die Löſung des Silberoxyd-Nitrat oder ſog. Höllenſteins leiſtet; wiewohl dieſe geſättigte Schwärze und Untilgbarkeit der mit der Tinte erzeugten Schrift zur Folge hat, wenn auf 16 Unzen Tinte etwa 3 Gran in Waſſer gelöſ'ter Höllenſtein zugeſezt worden waren), und eben ſo auch Holz gegen Schwamm und Moderung. Obiges Verhalten des Aetzſublimats, das ſich aus dem chemiſchen Verhalten dieſes Metallgiftes zu den löslichen organiſchen Bildungstheilen, zumal zum Eyweiß (m. Grundz. I. 679) und damit zu einem Hauptbeſtandtheil des Schimmels und der Infuſorien erklärt, beſtimmte mich vor mehreren Jahren, ihn einem hieſigen Freunde als Mittel gegen den Holzſchwamm zu empfehlen; er wandte es jedoch nur oberflächlich bei Fußböden an, die bereits unterhalb vom Schwamme ſtark zerſtört waren, mäßigte jedoch dadurch das weitere Umſichgreifen deſſelben. Neuerlich iſt ein Londoner Deſtillateur Namens Kyan auf denſelben Einfall gekommen, und mit glücklichem Erfolge benuzt man nun in England bereits den Aetzſublimat, um Bauholz aller Art gegen jenes Verderbniß gleich von vorn herein ſicher zu ſtellen; Medic. chirurg. Zeit. 1836. Mai. S. 148. Gleichen Erfolg gewährt eine ſchwache Löſung des Aetzſublimats auch bei denen für ſog. lebendige Kräuterſammlungen (Herbaria viva) aufzulegenden und zu trocknenden Pflanzen; ohne je zu ſchimmeln, erhalten ſie ſich, gehörig getrocknet, gegen die Hauptfeinde von dergleichen Sammlungen, gegen die zerſtörenden Inſekten (insbeſondere gegen den Bücher-Skorpion Phalangium s. Obisium Cancroides, und gegen die Büchermilbe Cheyletus eruditus, welche leztere jedoch, ſowie überhaupt Milben, den Bücher-Scorpionen zur Nahrung dienen). — Schon ſeit mehreren Jahrzehnten benuzten die Botaniker den Bärlapp-Saamen (Semen s. Pulvis Lycopadii), auch Hexenmehl oder Blitzpulver genannt, weil es, durch Flammen geblaſen, insbeſondere ſeines Wachs-, Satzmehl- und Zucker-Gehalts wegen, ſich augenblicklich lebhaft und weitgedehnt-aufflammend entzündet und eben ſo ſchnell, und darum auch ohne Feuersgefahr fürchten zu laſſen, abbrennt, weßhalb man es auch auf Theatern zu Blitzen verwendet, — ſowie auch unter der Benennung Streupulver bekannt, weil man durch langes Liegen ꝛc. entſtandene wunde Stellen des menſchlichen Körpers, zumal bei Säuglingen, damit zu beſtäuben pflegt), d. i. der wirkliche Samen (und nicht

es bedarf nun nur noch einer ſchließlichen Trocknung an der Luft (jedoch nicht im Luftzuge), die dieſe Trocknung ſchnell bewirkt, wenn ſie zuvor durch heiße Metallröhren getrieben worden war, langſamer hingegen, aber ohne Riſſe zu vergrößern oder zu bewirken, wenn man in den Raum, z. B. in das Trocknungszimmer, offene Schalen mit friſch gebranntem Kalk oder mit trockner Kleie, trocknem Hafermehl und dergleichen ausſtellt und öfters erneuet. *Kiefernbretter*

---

wie Linnée meinte, der Befruchtungsſtaub) der weiblichen Pflanze eines ſonſt zu den Aehrenfarn, jezt zu einer eigenen Pflanzenfamilie, zu den Lycopodien gehörigen kryptogamiſchen Gewächſes, des *keulenförmigen Bärlapp* Lycopodium clavatum L., ſowie auch einiger anderer Arten derſelben Gattung (z. B. des L. annotinum und des L. complanatum *Linn.*), um das Anhaften klebriger Pflanzen, z. B. der Pechnelke, der Martynien, Plumbago-Arten ꝛc., an das Papier zu verhüten, indem ſie lezteres vor dem Einlegen der Pflanzen damit beſtäubten; vor einigen Jahren dehnte Dr. *Hünefeld*, Prof. der Chemie zu Greifswalde, dieſe leztere Benutzungsweiſe des Bärlapp-Samens dahin aus, daß er mit demſelben die Pflanzen oder Pflanzentheile, ohne ſie zu preſſen, gänzlich umgab, wo ſie dann ſehr gleichförmig austrockneten und ohne Verderbniß zu erleiden ſich in ſoweit friſch erhielten, daß, wenn man ſie ſpäterhin dem Bärlappſamen-Bade entzog und ſtatt deſſen in Waſſer ſtellte oder damit begoß, ſie wieder auflebten, Blüthenduft entwickelten u. ſ. w., was dann zugleich lehrte: daß *Pflanzentheile*, bis zur Entfernung des ihren Theilen anhaltenden Waſſers ausgetrocknet, keinesweges ertödtet werden, ſondern, geſchüzt gegen feuchte Luft, Inſekten u. ſ. w., ſich Jahre lang erfriſchungsfähig erhalten laſſen, ohne irgend einen Theil ihrer Eigenthümlichkeit, z. B. ohne ihren Blüthenduft, ihre Blattgrüne u. ſ. w. einzubüßen. — Von den *Laubmooſen* und verwandten Cryptogamen war etwas der Art ſchon lange bekannt (wie *Linnée's* Ausſpruch „mussi irrigatione reviviscunt“ bezeugt), und manches Gewächs der Art wurde, alten Herbarien entnommen, um es auf's Neue unterſuchen zu können, einige Zeit hindurch mit Waſſer gefeuchtet. — Wie mäßig warmer und daher auch mäßig dichter (und mithin auch nur Bildung kleiner Dunſtbläschen und daraus entſpringender Thautröpflein gewährender) *Waſſerdampf*, in Treibhäuſern regelmäßige *Bethauung* bewirken und ſo, in vielen Fällen zweckmäßiger als mittelſt Begießung, die Lebensvorgänge vom wärmeren Auslande ſtammender Gewächſe auffallend zu befördern, und namentlich das Wachsthum der Reben und das Gedeihen der Trauben zu begünſtigen vermöge, hat jüngſt der Fabrikherr *Phillips* zu Mancheſter in ſeinen Kunſtgärten erfreulich erprobt; m. Arch. VIII. 81. — Ein ähnliches Verfahren möchte auch zur Beförderung der Keimung mancher Samen, zumal ſehr alter, erſprießlich wirken. Mehrere Samen ſah ich am gedeihlichſten keimen, wenn ich nach dem Einſäen die Beete einige Tage lang unfern der Erde mit *Tüchern überſpannte*, die ich an*feuchtete*; da hierdurch zugleich das dem Keimungs-Entwicklungsgange nachtheilige unmittelbare Einfallen des Sonnenlichtes verhütet, das Waſſer aber nur in Dunſtform dem Boden und denen von ihm umgebenen Samen zugeführt wurde, ſo vereinte ſich in dieſem Verfahren die Erfüllung von zwei Hauptbedingungen der lebenskräftigen Samenentfaltung. Auch weiß man, daß die Samen der meiſten *Alpenkräuter*, wenn man ſie in Gärten oder kalten Gewächshäuſern zum Aufgehen bringen will, am erfolgreichſten zwiſchen (Luftfeuchte zu Dunſt und Thau verdichtendes) gezupftes Moos ſäet, dieſes dann aber nicht überdeckt (was die Thaubildung verhindern würde), ſondern dem freien Himmel, jedoch gegen Windſtöße geſichert, ausſezt, und ebenſo: daß man die meiſten Kalthausgewächſe zur Winterszeit, zumal gegen den Frühling hin, am zweckmäßigſten erfriſcht, wenn man ſie von Zeit zu Zeit mit *Schnee* bedeckt. „Kann ich ihn haben,“ bemerkt *Zeyher* in m. Archiv f. d. geſammte Naturlehre, VII. 355, „ſo gebe ich denen in Scherben ſtehenden *Alpenpflanzen* (die in den Scherben oder Töpfen zum Boden trockne, lockere, ſchwarze Walderde oder ſog. *Heidenerde* haben, und im Winter im Orangeriehaus an

von 1 bis ¾ Zoll Dicke forderten, in hierher gehörigen Verſuchen, 48ſtündige Auslaugung und dann 3monatliche Austrocknung an ruhiger Luft, hingegen nur eine 3wöchentliche in geheizten Zimmern, deren Temperatur man allmälig ſteigerte.

dd) Statt der Heizung mit Waſſerdämpfen (oben S. 335) oder mit durch glühende Röhren geleiteter und dadurch erhizter

---

deſſen Fenſter geſtellt werden, das nur dann wenig, bis zu 3° höchſtens 5° C. geheizt wird, wenn eine den ganzen Winter hindurch, nahe der Thür auf dem Boden oder am Fenſter ſtehende Schale mit kaltem Waſſer ſich mit Eis belegt) 1 oder 2 und auch wohl 3 bis 4mal eine Handbreit hoch Schnee, der, wenn kalt Wetter eintritt, öfters 2 bis 3 Tage darauf liegen bleibt, und aufthauend auf die Erhaltung der Gewächſe ungemein wohlthätig wirkt." — Auch bei theilweiſe erfrornen Gewächſen fand ich in den lezten Tagen des leztverfloſſenen Winters ($^{1835}/_{36}$) die Schneebedeckung ſehr erſprießlich. Der Schnee wirkt übrigens für das Pflanzenleben nicht blos durch ſeine Kälteabhaltung (in Folge ſeiner ſchlechten Wärmeleitung) und gelinden Schmelzwaſſer-Zuführung, ſondern, wie es ſcheint, auch durch ſeinen Gehalt an verdichtetem Oxygengaſe ſehr vortheilhaft; bereits im Winter 1815—16 fand ich, daß in Glasglocken eingeſtampfter und durch Merkur abgeſperrter Schnee außerordentlich viel Oxygengas verſchluckt; als Bouſſingault 1831 (den 16. December) den Chimoborazzo beſtieg, fand er beſtätigt, was früher von Sauſſure am und auf dem Montblanc wahrgenommen: daß die über den Schneefeldern lagernde Luft Erſtickungszufälle herbeizuführen vermöge, während die in gleichen Höhen über nackten Trachitfelſen lagernde Luft dergleichen nicht bewirke; B's mit dem Phosphor-Eudiometer angeſtellten Unterſuchungen jener Schneeluft gemäß, enthielt dieſelbe beträchtlich weniger Oxygengas, als die gewöhnliche atmoſphäriſche, und dagegen mehr Azotgas. — — Der Graf v. Sternberg ließ Getraideſamen, welche von dem Oberſtlieut. v. Prokeſch in ägyptiſchen Mumiengräbern geſammelt und in der Geſellſchaft deutſcher Naturforſcher und Aerzte zu Wien (Herbſt 1832) mitgetheilt worden waren, da ſie auch die ſchwächſten Reizmittel nicht vertrugen, ſondern ſchon nach wenigen Stunden zur milchigen Flüſſigkeit vergingen, auch ohne alle Vorbereitung gar nicht zum Keimen gebracht werden konnten, in Oel tauchen, in Staub hüllen, etwa 2 Zoll tief in einen Topf mit Erde in entſprechende Löcher dieſer Erde einlegen, mit Erde bedecken und den Topf auf einen Unterſatz mit Waſſer ſtellen, damit die nöthige Feuchte lediglich durch Einſaugung von unten her erfolge; am zwölften Tage erſchienen die grünen Spitzen der Keimblätter (Cotyledonen) von zwei Samen, die ſich nach und nach entwickelten und drei grüne Blätter trieben, die gleich, wie hier zu Lande die Winterfrucht, ſich flach auf die Erde legten. Eine dieſer Pflanzen wurde darauf, Ende Juli 1833, da ſie keine Entwickelungs-Fortſchritte gemacht hatte, behutſam der Topferde enthoben und in ein Gartenbeet verpflanzt; ſie hatte ſich gegen Anfang Septembers etwas beſtockt, während die Topfpflanze ſchon in der Stengelbildung begriffen war. Mitte Octobers war bei erſterer die Beſtockung und bei lezterer die Entwickelung des erſten Gelenkes und eines Blattes vollendet. Die dem freien Lande überlaſſene Pflanze wurde nun, den Winter hindurch, mit ein Paar Tannenwedeln bedeckt, die Topfpflanze blieb am Fenſter im Glashauſe. Der Winter war bekanntlich ſehr milde; im März 1834 bildete die Topfpflanze Nebentriebe, der mittlere Trieb des erſten Jahres begann ſich zu verlängern, bei der Landpflanze zeigte ſich die Vegetation erſt im April; Mitte Juli ſtanden beide Pflanzen in Aehren. Der mittlere Halm der Topfpflanze war 2 Ellen hoch, und brachte, was auch bei den Nebentrieben der Fall war, reife Aehren, deren Samen zufolge es ſog. Talavara-Weizen war, d. i. eine jezt auch in Spanien (vielleicht durch die Mauren), Südfrankreich und Süddeutſchland bekannte Spielart des gemeinen Weizens. Sollte man auf ähnlichem Wege nicht die Getraidekörner der Braunkohle zu kaltem Nordhein zum Keimen bringen können?

atmoſphäriſcher Luft (vergl. P. T. Meißner's: Die Heizung mit erwärmter Luft. Wien 1821. 8. 3te Aufl. 1835), brachte Weſton vor mehreren Jahren in Vorſchlag: Waſſer durch Waſſerdämpfe ſtark zu erhitzen und alſo erhiztes tropfbares Waſſer als Anwärmungs- und Heizungs-Mittel zu verwenden; Gilbert's Ann. VIII. 479 ff. Neuerlich hat Perkins eine zu dergleichen Heizungen dienliche Vorrichtung erfunden, die denen darüber mitgetheilten Berichten zufolge (m. Arch. f. Chem. u. Meteorolog. VII. 142 ff.) der Beachtung im hohen Grade werth zu ſein ſcheint. Es beſteht dieſe Vorrichtung, ſoweit ſie zur Heizung von Treibhäuſern benuzt wird, aus gußeiſernen engen (und ſchon darum ſtarken) Röhren, deren Wände $2\frac{1}{2}$ Linien Dicke haben, und von denen $\frac{3}{4}$ derſelben das unter großem Drucke erhizte tropfbare Waſſer einſchließen, während $\frac{1}{4}$ der Hitze brennender, zuvor geröſteter Steinkohlen (ſog. Steinkohlen-Coaks) ausgeſezt worden. Da ein Cubicmeter ſolchen Waſſers, wenn er ſich nur um 1° C. abkühlt, dadurch 2,849 Cubikmeter Luft um 1° C. anwärmt, und da das eingeſchloſſene Waſſer zu den ſehr ſchlechten Wärmeleitern gehört (auch in Folge der Wärme-Bindung das Entſtralen der Wärme wenn nicht ganz, doch im hohen Grade hindert, was Oel, Alkohol und Azotſäure nicht gewähren (ſ. Nobili's und Melloni's Verſ. a. a. O. 142)*), ſo kann es nicht auffallen, wenn Perkins ſeine Heizungs-Vorrichtung, einmal mit dem Waſſer von ſehr hoher Temperatur erfüllt, zur Winterzeit 10 Stunden hindurch die Luft der Treibhäuſer hinreichend warm erhielt. Wichtiger aber, wie dieſe Anwendung der Heizung durch Waſſer, iſt jene, vermöge welcher man mit dergleichen höchſterhiztes Waſſer enthaltenden Röhren alle Arten von Erhitzungen und Anwärmungen zu entwickeln vermag, welche täglich und während der verſchiedenen Jahreszeiten in den Haushaltungen an der Tagesordnung ſind. Zu dem Ende lagert man dergleichen gußeiſerne Röhren in Backſtein- oder beſſer in Metall-, z. B. in Blei-Umgebung, und bildet in

*) Wiewohl das Waſſer die Wärme-Entſtrahlung des Bodens merklich hindert, ſo hebt es dieſelbe doch nicht auf, und wenn ich, gemäß dieſer Durchlaſſung von Strahlwärme, in m. Hdb. der Meteorolog. (I. 597.) die Entſtehung des wahren, am Boden der Flußbette ſich bildenden Grundeiſes hauptſächlich von dieſer Bodenwärme-Entſtralung ableitete, ſo ging ich in dieſer Hinſicht keineswegs ſo weit, wie neuerlich Arago, der (in ſeiner Inſtruction für die See-Offiziere der Bonite) vorausſezt: das Meer ſelbſt entſtrahle Wärme und bewirke ſo jene Abkühlung, welche die Untiefen darbieten, während Humphry Davy, der (ſo wie ſpäterhin A. v. Humboldt) die zuerſt von Jonathan William gemachte Beobachtung, daß Meerwaſſer über ſeichtem Grunde kälter iſt, als über großen Tiefen, beſtätigte, dieſe größere Kühle des Meerwaſſers ſeichter Stellen vom Wärme-Entſtrahlen des Meerbodens ſolcher Stellen ableitete. Was übrigens dieſe leztere Entſtrahlung zum Theil begünſtigen dürfte, möchte das einfallende Licht ſein, das, ſo weit es von Wärme begleitet in das Waſſer eintritt, dieſe an daſſelbe abgibt und nun, zum Boden angelangt und von demſelben geſpiegelt, die Wärmeſtrahlen begleitet und deren Waſſer-Durchſtrahlung in derſelben Weiſe begünſtigt, wie es Gleiches beim Durchſtrahlen dünner Eisplatten, z. B. gefrorner Fenſterſcheiben gewährt; vergl. oben S. 96. —

dieſer Weiſe Platten für Feuerheerde, Koch- und Zimmerheizungs-Oefen, Fußböden, Zimmer-Seitenwände u. dergl., die gar nicht in dem Hauſe ſelbſt, ſondern von gemeinſchaftlichen, mehreren Häuſern, ja ganzen Ortſchaften zum Heizungs-Heerde dienenden Oefen aus ihren, das tropfbare Waſſer der Röhren erhitzenden Waſſerdampf erhalten. Lagerte man hierbei die mit Werg umwickelten Dampf-Leitungsröhren in Hohlräume und Kohlenpulver, ſo wäre es möglich, dieſe Art von *gemeinſchaftlicher Heizung ganzer Dörfer, Städte* ꝛc. mittelſt *eines* Feuerheerdes zu beſtreiten, indem man den dazu erforderlichen Waſſerdampf für beſtimmte Zeitdauern an die einzelnen Hausbeſitzer ꝛc. abließe, wie man jezt bereits in mehreren Gegenden, insbeſondere in England, *Leuchtgas* antheilweiſe verkauft und den Käufern täglich zuführt oder zuſtreichen läßt. Man würde durch dieſe gemeinſame Heizung nicht nur bedeutend an Brennſtoffen erſparen, ſondern auch alle Feuersgefahr der Feuereſſen, Kamine u. ſ. w. hinwegweiſen; auch würden die Häuſer hinfort keiner Oefen bedürfen, und ſtatt der Schornſteine nur Abzugröhren zur Entfernung des Dampfes ihrer Kochſtätten erfordern. Gegen Kälte vermöchte ſolchergeſtalt jede Gemeinde ihre Armen leicht zu ſchützen, und Holzfrevel dürften dann, ſofern ſie von Brennholz-Sammlern zu befürchten ſtehen, vielleicht für immer verſchwinden. — Als Beiſpiel der Heizung durch *Dampf* möge hier noch eine kurze Beſchreibung einer Vorrichtung folgen, wie ich ſie im Jahr 1821, Behufs der Trocknung des zerſchnittenen Rauchtabaks, für eine Tabaksfabrik in Vorſchlag brachte, und wie ſie von dieſer und nach der Hand von andern *Tabaksfabriken* mit entſchiedenem Vortheil zur Ausführung gebracht wurde.

Vorrichtung zum Trocknen mittelſt Waſſerdampf.

Eine kupferne (oder gußeiſerne) Deſtillirblaſe oder ſog. Branntweinblaſe (auch *Brennkeſſel* genannt), die ohnfern ihres Bodens

---

Die Wärmeſtrahlen des Sonnenlicht-Spectrum (prismatiſches regenbogenfarb. Bild) *erleiden übrigens, beim Durchgange durch Waſſer, einen um ſo größeren Verluſt, je geringer ihre Brechbarkeit iſt, und das Wärme-Durchſtrahlungs-Vermögen hängt nicht nur von dem Brechungsvermögen des durchſichtigen Mittels, ſondern auch von ſeiner Durchſichtigkeit ab*; m. Grundz. II. 317. — Ueber die Richtigkeit der einen oder der andern von den obigen Anſichten über Meeres-Kühlung der Untiefen würde übrigens ſich erſt entſcheiden laſſen, wenn durch die *thermometriſche* Prüfung der dem Untiefengrunde *nächſten* Schicht die Zuverläßigkeit der angeblichen Thatſache außer Zweifel geſezt worden. Man könnte ſich hiezu einer den ſog. *Bohrlöffeln* ähnlichen Vorrichtung bedienen, in welche man ein Thermometer zu befeſtigen und die man hinſichtlich ihrer Ventile (Boden- und Decken-Ventil) alſo zu belaſten hätte, daß ſie ſich erſt nahe dem Untiefen-Grunde zuerſt von unten her, und dadurch dann auch oben öffnete, beim Heraufziehen des Löffels aber wieder ſchlöße, und ſo das Thermometer, umgeben von tiefſtem Untiefen-Waſſer, heraufbrächte, wo es ſehr wahrſcheinlich, ohne unterwegs Temperatur-Aenderung erlitten zu haben, angelangen und beobachtungsfähig erſcheinen würde.

mit einem durch einen Hahn ſperrbaren metallenen Abflußrohr verſehen iſt, bietet oben, dort wo ſonſt der Helm oder Hut einmündet, drei verſchiedene Oeffnungen dar: eine, in Form eines Rohres, das, ſenkrecht aufſteigend, ſich etwa 1 Fuß hoch oberhalb der obern Blaſendecke ſo krümmt, daß es mit dem ausgehenden Ende, horizontal laufend, in den Hohlraum der Trocknungsfläche einmündet; eine zweite, weit genug, um eine ſenkrecht ſtehende Röhre aufzunehmen, in deren obern Hohlraum ein kegelförmiger Zapfen eingreift, der, das Ende eines Helbelarms (eines Wagebalkens) bildend, oben innerhalb eines kaſtenförmigen Waſſerbehälters von Waſſer umgeben iſt, das in die Blaſe herabfließt, ſobald dieſer Zapfen gehoben d. i. gelichtet wird; und eine dritte, um eine an den zweiten Arm des Hebels befeſtigte, ſenkrechte Stange hindurch zu laſſen, deren unteres in der Blaſe befindliches Ende in einen gußeiſernen, 15 bis 20 Pfund ſchweren, ſogenannten Schwimmer ausläuft, der (in der Blaſe) von Waſſer umgeben, durch deſſen Rückdruck um ſo viel erleichtert erſcheint, als eine Maſſe Waſſer wiegen würde, welche ihm am Raumumfange gleicht (vergl. oben S. 43, Bem. 6) und der durch das Gegengewicht, nämlich durch das Gewicht des am erſten Hebelarme befindlichen Waſſerbehälter-Rohrs ſammt Zapfen, im Gleichgewichte erhalten wird, hingegen dieſes Gleichgewicht ſogleich aufhebt und ſich ſenkt, ſobald ihn ſtatt Waſſer nur Waſſerdampf umgibt. Indem aber, in dieſem Falle (der eintritt, ſobald das Waſſer in der Blaſe durch theilweiſes Verdampfen ſich beträchtlich vermindert hat) die Zapfenſtange des erſten Hebelarms gehoben wird, vermag nun das Waſſer des zu dieſem Arme gehörigen Behälters durch das oben das Zapfen-Ventil umfaſſende Rohr in die Blaſe herabzufließen, wodurch dann der Schwimmer wieder gehoben und mithin der fernere Waſſerzufluß bis auf Weiteres gehemmt wird. Die dritte und vierte Figur der IIten Tafel ſtellen die Vorrichtung im Ganzen und ihren Einzeltheilen nach im Umriſſe vor. In Fig. 3 ſieht man die mit a a bezeichnete (kupferne) Trockenplatte, darſtellend den obern Theil des Waſſerdampf-Empfängers, der, in Form einer hohlen Decke, dieſen Dampf fortdauernd zu tropfbarem (deſtillirten, d. i. reinem) Waſſer verdichtet, das durch eine ſenkrechte, unten aufwärts gekrümmte Röhre c c abfließt und entweder als reines (als ſolches höchſt weiches) lauwarmes Waſſer in ſonſtigen Gebrauch genommen, oder mittelſt einer gewöhnlichen Saugpumpe wieder in den Waſſerbehälter A (Fig. 4) gehoben werden kann; b b der Fig. 3 bezeichnen das die hohle Trockendecke tragende Kreuzgebälk. Man kann oberhalb deſſelben, an verſchiedenen Stellen, Schubladen und Horden anbringen, um in und auf denſelben auch die der untern Hohldecken-Platte zukommende Wärme, zum Trocknen verſchiedener kleiner und größerer Gegenſtände zu benutzen. Es iſt ferner in Fig. 3 bezeichnet durch d jene metallene, zur Minderung des Wärme-Verluſtes auswendig mit Werg umwickelte Röhre, welche den Blaſen-Helm ver-

tritt, indem ſie dem Dampfe die Bewegung vom Innenraum der Blaſe zu jenem der Hochdecke geſtattet; durch A die Blaſe ſelbſt, mit ihren drei Oeffnungen (nämlich mit l für die Bewegung des den Schwimmer n tragenden zweiten, mit m für jene der bei h mit einem kegelförmigen Zapfen-Ventil verbundenen Stange des erſten Hebelarms, und mit k für einen feſt einzuſetzenden Deckel, der, herausgenommen, Raum gewährt, um die Blaſe zu reinigen), durch BB der Ofen, deſſen Wände die Blaſe möglichſt hoch umgeben; durch ee die zum erſten, durch ff die zum zweiten Hebelarme gehörigen Stangen (von denen die erſtere jedoch nur bis zu h hinabreicht, wo ſie als kegelförmiger Zapfen endet, ſo daß zugleich das obere e und f, ſammt dem in der Mitte befindlichen i, den ganzen Hebel in ſeinem Längendurchſchnitt darſtellt *); g und g endlich derſelben Figur veranſchaulichen den, die Zapfenſtange des erſten Hebelarms umgebenden Waſſerbehälter, der bei h, wo ſich das Zapfen-Ventil befindet, in die Röhre oo ausläuft. In Fig. 4 ſieht man dieſe Einzeltheile der Blaſe, ſammt Hebelwerk, im größern Maßſtabe verdeutlicht. Während hier nämlich A und A die Blaſe ſelbſt bezeichnen, weiſet B die durch einen Hahn verſchließbare Röhre „zum Ablaſſen des Waſſerbodenſatzes“ nach **), C hingegen den Deckel zur Reini-

---

*) Jede Magnetnadel (oben S. 174) und jede gewöhnliche Wage (oben S. 45) ſtellt, leztere mit ihren beiden Wagebalken (Hebelarmen), einen Hebel dar. Ueber Natur und Geſetze des Hebels, dieſes Haupt-Elementes der Maſchine, vergl. einſtweilen m. Grundz. II. 22, 68, 75. In Fig. 8, 9, 10—12 der I. Tafel dieſer Einleitung findet man die Geſetze des Hebels durch (ſpäterhin zu erläuternde) Figuren verſinnbildet; in Fig. 8 ſtellt AcB einen gleicharmigen, d. i. einen mit gleich langen, in Fig. 11 AcB einen ungleicharmigen, d. i. einen mit ungleich langen Armen verſehenen Hebel vor, von denen der erſtere ſich im Gleichgewichte befindet, der leztere hingegen (vermöge der größern Geſchwindigkeit des längern in derſelben Zeit, in welcher der kürzere Arm Ac eine kurze Bahn beſchreibt, einen größern Bogen durchziehenden Arms; oben S. 9 u. S. 35, Anm. daſſelbe aufgehoben iſt.

**) Beim Verdampfen des gewöhnlichen, mehr oder weniger nicht flüchtige, erdigſalzige, zumal kalkige Verbindungen enthaltenden Waſſers bleiben dieſe an ſich nicht flüchtigen Beimiſchungen, die im Regenwaſſer in den geringſten, im Flußwaſſer in größern und in Pump-Brunnenwaſſer in den größten Mengen zugegen zu ſein pflegen, in dem Abdampfgefäße (im obigen Falle alſo in der Blaſe, bei Dampfmaſchinen im Dampfkeſſel oder in deſſen Vertretern) zurück, legen ſich an deſſen Boden feſt an und heißen dann Brunenweinſtein, auch wohl Brunnenſalpeter. Dergleichen Anſätze ſind aber ſehr nachtheilig, weil dort, wo ſie lagern, da ſie aus ſchlechten Wärmeleitern beſtehen, das Keſſelmetall ſtark erhizt wird, ohne dieſe Wärme ſofort an das Waſſer (oder an die zu verdampfende Flüſſigkeit) übertragen zu können, und gemäß dieſer zu großer Erhitzung von außen her, dort wo die Flamme das Metall umſpielt, ſchnell verbrennt, was dann baldiges Durchbrennen ſolchen Keſſels zur Folge hat; außerdem aber: weil dergleichen ſteinige Abſätze das Erhitzen der Flüſſigkeit verzögern und den Raum für dieſelbe vermindern, auch, da ſie ſehr feſt zu ſein pflegen, beim Reinigen leicht zu Verletzungen und Zertrümmerungen des Keſſelmetalls führen können. Aus dieſem Grunde iſt Verhinderung ſolcher Verdampfungs-Bodenſätze ſowohl für Dampfheizungen, als auch für jede ähnliche Dampf-Entwickelung, und mithin vorzüglich für die Dampfgefäße der Dampfmaſchinen ſehr wünſchenswerth. Erfahrungsgemäß hindern Zuſätze von

gungs-Oeffnung, D das Dampfrohr, E und E den Waſſerbehälter, O und O das damit verbundene Rohr (die ſog. Speiſeröhre) F das Zapfen-Ventil an der kurzen Stange des erſten Hebelarms e und e, f und f die lange Stange des zweiten Hebelarms, Q eine ſog. Stopf-Büchſe, welche den Eintritt dieſer Stange in die Blaſe gewährt, R und R den an derſelben Stange befindlichen Schwimmer, m und m den Waſſerſtand in der Blaſe, wenn der Hebel im Gleichgewichte und daher die Speiſeröhre bei F geſchloſſen iſt; f, i u. e endlich zeigen auch hier wiederum den Hebel nach. —— Daß dieſe und ähnliche Dampf-Entwickelungsgeräthe auch ſehr leicht auf die Einrichtung der gewöhnlichen Deſtilir- oder ſog. Brenn-Anſtalten angewendet werden können, und daß namentlich dieſe Art von Deſtillation des gemeinen Waſſers, Behufs der Darſtellung des deſt. Waſſers, in den Laboratorien der Apotheker leicht vortheilhafte Nachahmung geſtattet, liegt am Tage; ebenſo, daß man, unter einigen Abänderungen, auch die Anſtalten zur Deſtillation des gewöhnlichen Branntweins auf ähnliche Weiſe wird regeln können, ſteht außer Zweifel. Im lezteren Falle dürfte es übrigens nicht unvortheilhaft

zerriebenen Kartoffeln, wäſſerigem Malzauszug (ſog. Bierwürze) dergleichen Abſezungen im hohen Grade, und wahrſcheinlich würde dieſes bei Anwendung von rohem Zucker in noch höherm Grade der Fall ſein, da Zucker die Löslichkeit der ſchwerlöslichen Kalkſalze im Waſſer ſehr befördert; es gehen dergleichen Zuſäze übrigens hierbei nicht verloren, ſondern die erſteren wenigſtens können ſehr wohl zur Viehmäſtung benuzt werden, während der zuckerige Rückſtand als Zuſaz beim Gähren der zur Branntwein-Gewinnung beſtimmten Korn-, Frucht-, Obſt- 2c. Maſſen trefflichen Weingeiſt gewährt, außerdem auch des größern Theiles ſeines Kalkgehaltes mittelſt etwas Schwefelſäure beraubt und dann, nach geſchehener Durchſeihung (Befreiung von dem dadurch gebildeten ſchwefelſauren Kalk oder Gyps) entweder wieder wie zuvor benuzt, oder mittelſt Thierkohlen-Pulver gereinigt und raffinirt werden kann. Noch zweckmäßiger iſt es: das Waſſer vor dem Verdampfen, alſo ehe man es in den Keſſel bringt, von jenen erdigen Theilen zu befreien. Dies geſchieht leicht, wenn man es mit einem Stückchen (auf 1 Eimer oder 60 Maß Bairiſch etwa 1 Loth) gebrannten Kalk verſezt, das man zuvor mit etwas Waſſer gelöſcht und angerührt hatte, damit, wohl und feſt bedeckt, einige Stunden hindurch ſtehen läßt und dann von dem aus kohlenſaurem Kalk beſtehenden und gewöhnlich auch etwas Gyps, Eiſenoxyd und verwandte Materien enthaltendem Bodenſaze klar ab und alſo geklärt in den Keſſel bringt; beſſer noch, wenn man durch Zuſaz von etwas kalireicher Holzaſchenlauge (Hartholzaſchen-Lauge), ſtatt des gebrannten Kalkes, die ſog. erdigen Theile niederſchlägt und von dem Niederſchlage das Waſſer möglichſt klar in den Keſſel überführt. — Bei Abziehungen (Deſtillationen) des ſog. Lutters zu Branntwein und das Branntweins zu Weingeiſt (Spirit oder Spiritus) vertritt Kohlenpulver zweckmäßig die Stelle des Kartoffelbreies, Malzaufguſſes oder Zuckers, und ebenſo auch bei der Deſtillation des Eſſigs, z. B. zur Darſtellung einer reinen, wäſſerigen Eſſigſäure (deſtillirter Eſſig genannt), Behufs der Bearbeitung eſſigſaurer Arzneimittel, der Fabrikation des ſog. Bleizuckers (d. i. des kryſtalliniſchen eſſigſauren Bleioxyds oder Bleioxyd-Acetats) und verwandter Erzeugniſſe. Der kohlige Rückſtand gibt dann, vom flüſſigen Antheile getrennt, getrocknet und aufs Neue in verſchloſſenen Gefäßen geglüht, wiederum zu gleichem Zwecke verwendbare Kohle.

ſein: die Kühlanſtalt der erſten Branntweinblaſe als Anwärmungs-Vorrichtung der zweiten, zur Abziehung des mehr entwäſſerten Weingeiſtes beſtimmten Blaſe in Anwendung zu bringen, und ſo fort: durch die Verdichtung des Weingeiſtdampfes dieſer zweiten Blaſe die Deſtillation des Alkohols aus einer dritten Blaſe zu verſuchen ꝛc., ſo daß jede Abkühlung des Dampfes wiederum zur Entwickelung neuen flüchtigeren Dampfes verwendet erſchiene. Man würde in dieſem Falle den größern Raumtheil des Helmes der erſten Blaſe zur Aufnahme der zweiten Blaſe, und ebenſo jenen des Helmes der zweiten zur Aufnahme der dritten Blaſe ꝛc. zu verwenden haben, wobei dann jede der einzelnen Blaſen ſo flach (wenig tief und viel breit) als möglich herzuſtellen wäre, um die Verdampfung durch möglichſt vergrößerte Oberfläche der zu verdampfenden Flüſſigkeit und in gleichem Verhältniß verkürzter Höhe und dadurch geminderten Drucke derſelben nach Kräften zu beſchleunigen.

ee) Als ich vor 4—5 Jahren vorſchlug: das Gradiren der rohen und das Eindünſten der gradirten Soole mittelſt heißer Luft zu beſchleunigen — da mit der Temperatur-Erhöhung der Luft nicht nur ihre Faſſungsfähigkeit für die Wärme wächſ't (oben S. 307 *), ſondern auch die für den Dampf verdampfbarer Materien, und mithin auch jene für den Waſſerdampf, oder, was auf daſſelbe herauskommt, da mit der Steigerung der Hitze der Luft, Falls leztere Waſſer berührt, auch die Dichte des in ihr auf-

---

*) Dieſe Zunahme der Faſſungsfähigkeit der Luft für die Wärme iſt auch mit ein Grund, warum heiße Luft, die man zum Feueranfachen der Kohlen der Holzöfen anwendet, die Darſtellung des metalliſchen Eiſens (manganhaltigen Eiſens u. dgl.) ungemein begünſtigt. Denn nicht nur, daß die Hitze die chemiſche Anziehung des Oxygens der Luft zu den brennbaren Grundſtoffen der Kohle (der Holzkohle, geröſteten oder vercoakten und ungeröſteten, im leztern Falle: durch Erhitzen ſich nicht zu ſtark aufblähender Steinkohle, des vollkommen lufttrockenen Holzes, der Torfkohle ꝛc.) beſchleunigt, ſo daß ſie gleich von vorn herein mehr Kohle verbrennt, als wenn ſie dieſelbe kalt beſtrichen hätte, ſondern es entwickelt dabei das mit der Kohle ſich verbindende atmoſphäriſche Oxygengas auch mehr Wärme, da es im erhizten Zuſtande größere Eigenwärme beſizt, als im kalten. Hierdurch kommt es nun ſchon im Schmelzraume des Hohofens zur nahe gänzlichen Verſchlukkung alles O-Gaſes der eingetretenen Luft, und nicht auch in den höheren Theilen des Ofens, wo ſonſt, wenn kalte Luft eingeblaſen wurde, noch beträchtliche Verbrennungen ſtatthaben, während ſie hier unterbleiben ſollen. Berthier, der die Vortheile der heißen Luft bei dieſen Hütten-Verrichtungen lediglich auf die Erhöhung der gegen das Brennmaterial gerichteten chemiſchen Wirkſamkeit des Oxygens beſchränkt wiſſen will, folgert aus dieſer ſeiner Anſicht: daß ſich der für die heiße Gebläsluft paſſendſte Temperaturgrad werde auf dem Wege des Verſuches finden laſſen, nämlich jener Grad, wo die Luft bei unmittelbarer Berührung mit dem weißglühenden Brennmaterial ihren ganzen Oxygengehalt an daſſelbe abgibt, wobei jedoch die Beſchaffenheit des Brennmaterials ſelbſt nothwendig beſtimmend wirken muß, ſo daß z. B. für die Speiſung mit Holzkohlen eine Luft von 150° bis 200° C. für jene mit Steinkohlen eine von 300° und darüber erforderlich iſt. Zur weitern Erläuterung mögen die weiter oben befindlichen Bemerkungen dienen. Vergl. Berthier's Abh. in den Annal. der Pharmacie. XVI. 57—59.

Verdampfung mit Luft unter allen (?) Umſtänden koſtbarer ſei als das gewöhnliche Verfahren über freiem Feuer, und dieſem lezteren mithin nur in ſolchen Fällen vorgezogen werden könne, in denen es daran liege, die Verdampfungs-Temperatur unter dem gewöhnlichen Siedepunkt zu erhalten, ohne doch zugleich die Schnelligkeit der Verdampfung zu beeinträchtigen, und am wohlfeilſten ſei hiebei jenes Verfahren, nach welchem man die Luft kalt in die Flüſſigkeit preſſe, während man leztere zugleich über freiem Feuer erhitze. Als Mehrausgabe (gegen das gewöhnliche Verfahren) komme in dieſem Falle nur die bewegende Kraft in Anſchlag; die Verdampfungs-Temperatur habe man dabei ganz in ſeiner Gewalt, ohne durch Aenderung derſelben an Zeit wie an Brennmaterial merklich einzubüßen. — Mit heißer Luft, getrieben in ſchon erhizte Flüſſigkeit, hat B. keine Verſuche angeſtellt. — Uebrigens dürfte in Fällen, wo man das Eintreiben der Luft durch wenig koſtſpielige Verrichtungen zu bewirken vermag, ſelbſt das Durchtreiben von kalter Luft durch kalte Flüſſigkeit noch vortheilhaft ausfallen; z. B. dort, wo man Gelegenheit hat, durch ein Waſſerrad die Bewegung des Blaſebalgs hervorgehen zu machen.

ff) Um bei Hohöfen die einzutreibende Luft zu erhitzen, benuzt man hiezu die ſog. Gichtflamme, die ſonſt unverwerthet loderte. Um das Vortheilhafte dieſer Flammenwärme-Benuzung zu veranſchaulichen, dürfte folgende kurze Beſchreibung der mittelſt Hohöfen veranſtalteten Roh- oder Gußeiſen-Gewinnung voranzuſchicken erforderlich ſein. Die Eiſenerze enthalten außer dem Eiſen und in kleinern Mengen vorhandenen anderen, zumal Erdmetallen, Oxygen (Sauerſtoff), das man durch heftige Erhitzung der hinreichend zerkleinten Erze mit Kohle oder Kohlevertretern zu entfernen ſtrebt, indem die Kohle allen feuerbeſtändigen verbrandten (d. i. oxygenhaltigen) Metallen, alſo auch dem oxygenhaltigen Eiſen, bei hinreichend hoher Temperatur das Oxygen entzieht, mit demſelben theils gaſige, und daher leicht aufſteigende Carbonſäure (Kohlenſäure oder Carbonoxygenid ſ. ob. S. 7 und 207 Anm.); theils gaſiges Carbonoxyd (Carbon- oder Kohlenoxyd-Gas, oder Carbonoxydgenür; ſ. oben S. 204 Anm. u. S. 207) bildend, die entweichen. Dieſelbe Hitze aber, die ſolche Oxygen-Entziehung oder Eiſen-Herſtellung (oder Reduction des Eiſens) bewirkt, bringt auch deſſen Schmelzung zu Wege, und die Hauptaufgabe iſt hier, beide Vorgänge, die Herſtellung und die Schmelzung, ſo vollkommen und mit ſo wenig Brennmaterial, wie möglich, in kürzeſter Zeit und

treibung bei 60° verdampfen ſoll, und die austretende Luft wird einen bei 60° geſättigten Dampf mit ſich führen; B. a. a. O. S. 17. Ein nicht erhizter Luftſtrom in kalte Flüſſigkeit getrieben bietet, B. zufolge, in unſern Gegenden (wegen der Theuerniß des zu ſeiner Eintreibung erforderlichen Kraftaufwandes) bei fabrikmäßigem Betriebe keinen Vortheil dar.

ohne Wiederverbrennung eines Theiles des bereits hergeſtellten Eiſens, hervorgehen zu machen. Ehemals ſuchte man dieſen Zweck zu erreichen durch Zugutemachen oder Verſchmelzen der Eiſenerze in ſog. Luppen- oder Renn-Feuern, d. h. man brachte die Erze auf ſog. Heerden (oder Räumen zwiſchen brennenden Kohlen) nicht ſchichtenweiſe in Fluß, ſondern verſchmolz ſie und ſtellte ſie gleichzeitig zu Roheiſen her in einzelnen Stücken, die ſich dann, gefloſſen, in der Heerdvertiefung ſammelten; jezt bedient man ſich zu gleichem Zwecke faſt durchgängig der Oefen, da man nur in dieſen große Mengen Erzes mit möglichſt geringem Koblenaufwande zu reduciren im Stande iſt; denn die Heerde vermochten nur kleine Eiſenmengen zu faſſen, ließen, wenn nicht den größern, doch einen großen Theil des Brennmaterials ungenuzt verbrennen und gaben außerdem Gelegenheit zur Wiederverbrennung nicht nur der mit dem Eiſen verbundenen Kohle, ſondern eines beträchtlichen Antheils des Eiſens ſelbſt. Bei den Luppenfeuern mußte das Erz ſtets und in einzelnen Stücken, mittelſt eiſerner Werkzeuge, in den Brennpunkt des Luftſtroms gebracht, reducirt und wieder entkohlt werden; bei der Erzbehandlung in Oefen wird es nur geſchmolzen und durch die Kohle hergeſtellt; erſteres, das Schmelzen, würde ohne Schichtung mit der Kohle gar nicht eintreten, und nur bei ſehr leichtflüſſigen Erzen iſt die Mengung deſſelben mit Kohle der Wechſel-Schichtung beider Körper vorzuziehen. Je ſtrengflüſſiger aber das Erz, um ſo höher müſſen die Ofenwände anſteigen, damit um ſo mehr Kohlen zwiſchen denſelben verbrannt und dadurch um ſo größere Hitze entwickelt werden könne. Alſo angeſtiegen, bilden die Wände einen Schacht, und Oefen der Art heißen daher im Allgemeinen Schachtöfen. Früher ſchmolz man auch in ihnen nur ſehr reine und leichtflüſſige Erze, und nur in ſolchen Mengen aufgeſchichtet, daß die Kohle nur gerade hinreichte die Herſtellung zu erwirken; war dann das Erz geſchmolzen und niedergefloſſen (niedergeſchmolzen), ſo wurde es einige Zeit nachher der von ſelbſt erfolgenden oder (mittelſt Gebläſen) der künſtlich verſtärkten Luftſtrömung ausgeſezt (geblaſen), wodurch dann die dem geſchmolzenen Roheiſen beigemiſchte Kohle, oder vielmehr die ihr beigegebene Eiſenkohle (d. i. Ofen-Graphit) verbrannt und das Eiſen ſo ſofort in weiches Eiſen *) verkehrt erſchien. Oefen der Art waren

*) Das Eiſenerz hat zum Hauptbeſtandtheil entweder Eiſenoxydul (oben S. 204 Anm., oder vielmehr Eiſenoxydul-Oxyd, wie z. B. ſolches im Eiſenſpath, Magneteiſenſtein, Bohnerz und Rotheiſenerz ꝛc. vorkommt) oder Eiſenoxyd mit Erden (d. h. Erdmetall- und erdigen Alkali-Metalloxyden) verbunden, wie es im Brauneiſenerz, Grüneiſenſtein, Eiſenſinter, Würfelerz ꝛc. gegeben iſt, oder es iſt vorzugsweiſe Phosphorſäure-haltig, wie im Raſeneiſenſtein oder Sumpferz, oder mit Schwefel verbunden, wie in den verſchiedenen Eiſen- oder Schwefel-Kieſen. Werden dieſe Erze (die ſchwefelhaltigen nach vorangegangener Röſtung) im Schachtofen verſchmolzen, zumal im Hohofen, ſo zeigt die gefloſſene Eiſenmaſſe nach dem Erkalten körniges Gefüge,

ſehr niedrige Schachtöfen und wurden daher auch Stücköfen oder Wolfsöfen genannt. Man fand jedoch, daß in ſolchen Oefen der Verſchmelzung und Herſtellung nur die reinſten und leichtflüſſigſten Erze fähig ſeien, und lezteres (die Reduction) in Stücköfen doch nur theilweiſe vor ſich gehe, während zugleich der größere Theil des unhergeſtellt verbliebenen Eiſens als Oxyd mit den erdigen Theilen

---

mehr oder weniger große Sprödigkeit (Unſchmiedbarkeit) und genauer unterſucht einen mehr oder weniger großen Graphitgehalt. Wiederholtes Glühen und Hämmern (oder die ſog. Friſcharbeit) verbrennt theils den Graphit, theils preßt es ihn, ausſcheidend, heraus, nähert dadurch gegenſeitig die Eiſentheilchen und verbindet ſie phyſiſch zu langedehnten Körper-Grundtheilen, die nun alſo behandeltem Eiſen faſerigen Innenbau (Textur) und damit Biegſamkeit und Schmiedbarkeit, aber auch erhöhete Roſtungsfähigkeit (Oxydabilität) ertheilen. Alſo biegſam gewordenes, meiſtens in Stabform gebrachtes, Eiſen führt den Namen weiches Eiſen oder Stabeiſen, während das ſpröde körnigen Innenbau darbietende — da man es in Formen (z. B. in Stangenform, ſowie in jede andere Form, wie die gußeiſernen Kanonen, Küchengeräthe, Schmuckſachen ꝛc. zeigen) ausgießt, die es zudem ſehr vollſtändig ausfüllt, weil es ſich erkaltend beträchtlich ausdehnt — gemeinhin Gußeiſen genannt zu werden pflegt. Glüht man Gußeiſen zwiſchen Eiſenoxyd, oder ſtatt deſſen zwiſchen Braunſteinpulver, d. i. zwiſchen Mangan-Hyperoxyd, ſo entzieht das Oxygen dieſer Oxyde dem Gußeiſen das Carbon des Graphits, damit Carbonſäure bildend, die entweicht und hinterläßt dann ſehr biegſames, weiches Eiſen, gewöhnlich Rohſtahl genannt. Auf dieſe Weiſe gießt man eiſerne Nägel, kleine Eiſengeräthe aller Art (Lichtſcheeren, Meſſerklingen, Gabelzinken ꝛc.) die man dann in Rohſtahl verwandelt, hierauf aber härtet. Dieſe Härtung iſt jener ähnlich, welche bei den ſchneidenden oder ſtechenden ꝛc. Stahlgeräthen angewendet zu werden pflegt, und deren Weſentliches darin beſteht, daß man das Geräth ſtark glühet und dann, annoch glühend, plözlichſt abkühlt; z. B. durch eiskaltes Waſſer, hoch herabfallende Waſſertropfen u. dgl. Merkwürdig iſt es, daß Rohſtahl und gewöhnlicher Stahl ſich in dieſer Hinſicht ganz entgegengeſezt verhalten, wie das Metallgemiſch der Zymbeln und Tatmans, oder das ſog. Tam-tam der Chineſen (eine Verbindung von Kupfer, Zinn und Arſen, ähnlich dem Metall der Metallſpiegel und jener römiſch-ägyptiſchen Münzen, von welchen zur Zeit, als die Römer Aegypten beherrſchten, mehrere zu Alexandria geſchlagen wurden); denn dieſe Metallgemiſche werden durch allmähliges Abkühlen (oder ſogenanntes Anlaſſen, was harten Stahl weicht) ſpröde, durch zähes hingegen biegſam und prägbar; m. Experimentalphyſik, 2te Aufl. I. 411. Der Phosphorſäuregehalt des Sumpferzes geht durch die Herſtellung in Phosphor über, wodurch dann das Eiſen Phosphoreiſen enthält, was demſelben Kaltbrüchigkeit, d. i. jene ſehr nachtheilige Eigenſchaft ertheilt, kalt gehämmert zu zerſpringen, während es, zuvor roth- oder weißglühend gemacht, ſich leicht hämmern und ſtrecken läßt. — Dieſe und ähnliche ſchädliche Beimiſchungen vermag man jedoch gegenwartig ziemlich vollſtändig zu entfernen, z. B. auch jene, wodurch die Rothbrüchigkeit, d. i. das Zerbrechen des Eiſens unter dem Hammer bei Rothgluth (während es kalt den Hammer ohne Nachtheil erträgt), meiſtens eine Wirkung der dem Eiſen beigemiſchten erdigen Laugmetalle (vorzüglich des Calcium, Calcin oder Kalkmetalles, zum Theil auch des Magnium, Magnin oder Magneſia- oder Bittererden-Metalles), zum Theil auch einiger mit demſelben verbundenen Erdmetalle (z. B. des Alumiums, Alum, Alaunerden- oder Thonerden-Metalles; wiewohl dieſes Metall — wie auch das Silicium, Silic- oder Kieſelmetall, oder richtiger Kieſelſtoff, denn ein Metall iſt dieſer Grundſtoff ſtreng genommen nicht — dem Eiſen nicht ſowohl jenen Fehler, als vielmehr eine ſtahlartige Beſchaffenheit ertheilen; hierin dem Mangan, Manganes-, Magneſium- oder Braunſtein-Metallen ſich ähnlich verhaltend) und des ihm beigegebenen Schwefels. Das Verfahren, wodurch die Entfernung dieſer und verwandter,

des Erzes und der Kohlenaſche zur *Schlacke* verglaſeten (*verſchlackten*); man verengte daher den untern Theil des Schachtes etwas, um ſo das flüſſige Roheiſen mehr gegen die oxydirenden Wirkungen des Gebläſes zu ſchützen Zugleich bemerkte man, daß man einen alſo unten mehr zuſammengezogenen Ofen ununterbrochen im Gange zu erhalten vermöge, wenn man dem bereits herge-

---

Brüchigkeit erzeugender Beimiſchungen aus dem Eiſen bewirkt wird, beruhet theils auf Verbrennung (Oxhdation) ſolcher Beimiſchungen mittelſt in ihrer unmittelbaren Nähe entwickelten Oxygens, theils in der chemiſchen Bindung der dadurch entſtandenen feuerbeſtändigen Verbrennungs-Erzeugniſſe des Calcin- und Magnin-Oxyds, d. i. des Kalks und des Magnits oder der Bittererde, durch beigegebenen Thon; der durch Oxydation des Phosphors entſtandenen Phosphorſäure durch in deren unmittelbaren Nähe ebenfalls zur Oxydation gelangten, und dadurch in Natron übergegangenen Natrins oder Natrium-Metalls, das aus beigegebenem Kochſalze (d. i. Natrin-Chlorid) vorzüglich durch die Mitwirkſamkeit des ebenfalls beigegebenen Thons entwickelt wird — und zum kleinern Theil auch in der Verflüchtigung ſolcher Beimiſchungen durch *Chlor*, das, aus demſelben beigefügtem Kochſalze durch den Thon als *Hydrochlorſäure* (oder Salzſäure) entbunden, ſogleich durch das Oxygen des dem Roheiſen mit beigemengten glühenden Manganhyperoxyds ſeines Hydrogen beraubt und dadurch in Freiheit geſezt wird (während das Hydrogen mit dem Oxygen ſich zu Waſſerdampf vereint, der entweicht). Alſo chemiſch iſolirt ergreift das Chlor die es berührenden annoch unverbrannten ſchädlichen Beimiſchungen des Roheiſens, das Silic, Alum, zum Theil auch das Calcin und Magnin, löſ't ſie auf und verflüchtigt ſich mit ihnen in Dampfform, jedoch ſtets begleitet von mehr oder weniger mit Chlor verbundenem Eiſen, welcher Eiſenantheil hierbei in Verluſt geht. Erfinder dieſer weſentlichen Verbeſſerungen (Reinigungen oder Raffinirungen des Roheiſens) iſt *Böhme*, ein Bayer, der in Verbindung mit *Schafhäutl* dieſes ſein Eiſenfriſchungs-Verfahren: Verſetzung oder, wie der Hüttenmann und Schmelzer ſpricht, *Beſchickung des Roheiſens* mit *Braunſtein*, *Thon* (d. i. Silic-Alum-Säure oder ſilicſaures Alumoxyd) und — *Kochſalz* erprobte, wo dann zugleich ein Theil des aus dem Braunſtein entwickelten Oxygen den etwa im Roheiſen vorhandenen Schwefel und außerdem das Carbon des im Roheiſen vorhandenen Graphit auflöſ't und erſteren in luſtige Schweflichtſäure, lezteres in Carbonſäure verwandelt, die entweichen, während ein Theil des Manganmetalls, frei von Oxygen, durch das Eiſen angezogen wird und es ſo in (etwas) manganhaltiges Eiſen umwandelt. — — Der *Stahl* entſteht übrigens aus dem gereinigten, graphitfreiem, weichen oder Stabeiſen, durch ähnliche Vorgänge, wie jene, welchen die Herſtellung des Roh- oder Gußeiſens ihr Werden verdankt. Man unterſcheidet, nach Art der Bereitung, außer dem erwähnten Rohſtahl, *zweierlei Stahl-Gattungen*, den *Brennſtahl* oder Cementirſtahl und den *Guß-* oder Schmelz- oder Wolfsſtahl (jedoch nennen einige auch den Rohſtahl: *Schmelzſtahl*, auch wohl *Gerbſtahl*); *erſteren* gewinnt man, indem man 6—8 Fuß lange *dünne* Stangen guten geſchmeidigen Stabeiſens zwiſchen Kohlenſtaub in Kaſten, verfertigt aus gut gebrannten Thonziegeln, möglichſt gleichheftig glühet, wodurch die unverbrannten Beſtandtheile der Kohle, der *Kohlenſtoff* (das Carbon), das Silic und das Alum, zum Theil auch wohl etwas Calcin, das Eiſen durchdringend ſich mit demſelben phyſich verbinden; früherhin lagerte man hiebei die Eiſenſtangen ſtatt in Kohlenpulver, in Gemenge von (16 Theilen) Glanzruß, (8) Kohlenpulver, (8) Holzaſche und (5) Kochſalz, und nannte ſolche Gemenge *Cementir-Pulver*; lezteren, den *Gußſtahl*, der eine innigere, eigentlich *chemiſche* Verbindung des *Eiſens* mit *Carbon* darſtellt, oder auch die härteſte aller Stahlarten, den indiſchen Stahl oder *Wutz* (Wootz) liefert; über deſſen Darſtellung ausführlich unterrichtet *Heyne* in m. deutſch. Gewerbsfr. I. 118 u. IV. 28, 65 bis 70, 132), außer dem Eiſen faſt nur Alum enthält, und wie die meiſten europäiſchen Gußſtahle neben Carbon mehr oder weniger Silic, auch wohl Mangan als Mitbe-

ſtellten und gefloſſenen Eiſen Gelegenheit gebe, von Zeit zu Zeit durch eine gemachte kleine Oeffnung abzufließen und ſo neuem herzuſtellenden Eiſen Senkraum zu gewähren. Alſo verändert erhielten die Schachtöfen die Benennung Blau- oder Blaa-Oefen (Blaſeöfen, da ſie ununterbrochen fortblaſen). Da aber manche ſtreng-

---

ſtandtheil beſizt, ihn gewinnt man durch Zuſammenſchmelzen des beſten, reinſten Stabeiſens mit Kohlenſtaub, meiſtens unter einer Glaspulverdecke in verſchloſſenen Thontiegeln. Er ſtellt eine durchaus gleichartige, gleichförmig härtbare und ſehr federharte Metallmaſſe dar, die durch öfteres Glühen bei ſchwachem Luftzutritt ihren Carbon- (Silic- ꝛc.) Gehalt nicht geſondert verliert, wie ſolches beim Brennſtahl der Fall iſt, ſondern nur in ſofern, als zugleich ihr Eiſen mit verbrennt, die man gewöhnlicher auch ſtatt aus dem ſtrengflüſſigen Stabeiſen, aus dem leichtflüſſigen Rohſtahl und Brennſtahl erwähnter Weiſe zu bereiten pflegt, und die mit weniger Feueraufwand, als bei Anwendung des Kohlenſtaubs, aus Stabeiſen und dem Bohrſtaub von möglichſt reinem, weißen Gußeiſen hergeſtellt werden kann. Je carbonhaltiger der Gußſtahl, um ſo weniger iſt er ſchweißbar, d. h. um ſo weniger läßt er ſich bei Glühtemperatur durch den Hammer mit Stabeiſen oder mit anderem Stahle phyſiſch vereinigen. Zu hohe Schweiß-Temperatur macht auch den beſten Stahl brüchig oder bröckeln. — Um dem Brennſtahl und Rohſtahl einigermaßen die Eigenſchaften des Gußſtahls zu ertheilen, muß man ihn zu möglichſt dünnen Stäben ausrecken und dann die ungleich weichen (oder ungleich harten) Stäbe zuſammenſchweißen und dieſe Verrichtung ſo oft wiederholen, bis die gewünſchte gleichmäßige Härte erreicht iſt; man nennt dieſes das Gerben oder Raffiniren des Stahles; der Gußſtahl bedarf deſſen nicht. Theils um denen aus dem Stahle zu fertigenden Waffen (zumal Säbelklingen und Gewehrläufen) ein ſchöneres Anſehen zu geben, theils und vorzüglich, um die Zähigkeit des Stahls (mithin das Nichtzerſpringen deſſelben) zu erhöhen, ohne der Feſtigkeit und Federhärte deſſelben Abbruch zu thun, ſchweißt man Wechſellagen von beſten Stabeiſen- und Stahl-Stäben, oder von Nickelblechen und Stahlplatten zuſammen, vereint alſo geſchweißte Stäbe unter dem Hammer zu dickeren, kürzeren Maſſen und reckt ſie dann wieder zu langen Stäben aus; alſo bereitet, führt die erſtere Verbindung den Namen damascirter Stahl (da zu Damascus die erſten Säbelklingen aus ſolchem Stahle gefertigt wurden), die leztere die Benennung Meteorſtahl, weil ſie, mit verdünnter Azotſäure (d. i. Salpeterſäure oder Scheidewaſſer) befeuchtet, Figuren zeigt, jenen ähnlich, welche Meteoreiſen (oben S. 121) unter gleichen Bedingungen darbietet, und die man v. Widmannſtädt'ſche nennt, weil dieſer Naturforſcher am Meteoreiſen ſie zuerſt wahrnahm. Meteoreiſen, obgleicht es ſichtbarlich, bevor er die Erde erreichte, flüſſig oder doch im hohen Grade erweicht geweſen ſein muß, läßt ſich dennoch ſchweißen, was beim Gußeiſen nicht der Fall iſt. Jedes plözliche Abkühlen des glühenden Stahles härtet ihn, d. i. vermehrt ſeinen Raumumfang, vermindert ſeine Dichte, glättet und erglänzt ſeine Oberfläche (indem ſich die Glühſpahndecke, durch Ablöſchen in anderer Weiſe und Größe zuſammengezogen, als die unoxydirt gebliebene, unter der Decke befindliche Stahlmaſſe, von dieſer ablöſet; Stahl, der durch Härten nicht glänzend wird, iſt eiſenartig; denn Stabeiſen nimmt beim Abkühlen durch Ablöſchen wieder ſeinen vorigen, vor der Erhitzung beſeſſenen Raumumfang ein, und mit ihm ſein Glühſpahn ebenmäßig) und ändert ſeinen Innenbau (ſeine Partikel-Stellung), indem ſeine Bruchfläche das Anſehen feinſten Silbers erhält, in Folge der ihm durch die plözliche Abkühlung gewordenen großen Verfeinerung ſeines Korns, ſo daß man auf dieſer Fläche mit unbewaffnetem Auge von körniger Fügung (Textur) gar nichts wahrzunehmen vermag. Zugleich gewinnt durch dieſe Aenderungen die Farbe des Stahls an Lichtung, und eben darum die Fläche an Glanz, und die Härte und Feſtigkeit deſſelben an Größe. Jedoch darf der Temperaturwechſel beim Stahl-

flüſſige Erze in niederen Schachten ſich nicht wohl verſchmelzen ließen, ſo ward man genöthigt, den Schacht des Blauofens zu erhöhen, und ſo entſtanden nach und nach aus den Blauöfen die *Hohöfen*, in denen der eigentliche Schmelzraum verhältnißmäßig noch mehr zuſammengezogen erſcheint, als in den Blauöfen, und die in ihrem unteren

---

härten nicht zu groß ſein; denn ſonſt nehmen zwar Härte und Spröddigkeit deſſelben zu, die Feſtigkeit deſſelben hingegen merklich ab. Dem Härten entgegengeſezt iſt das Wieder-*Anlaſſen* des Stahls, bewirkt durch gleichmäßig-*allmählige* Abkühlung des glühenden, wodurch er zum Theil oder gänzlich wieder erhält ſeinen ehemaligen Raumumfang, ſeine vormalige Dichte, vorigen Glanz, ſonſtige Weiche ꝛc. Daß gehärteter und ungehärteter Stahl *verſchiedene Eigenwärme* beſitzen müſſen, ergibt ſich ſchon aus ihrer ungleichen Dichte. Harter und weicher Stahl, oder Stahl und Stabeiſen durch Schweißung verbunden, *krümmt* ſich beim Härten und muß daher beim nachfolgenden Anlaſſen wieder *gerichtet* werden. — *Black* bemerkt, in ſ. Vorleſ. über d. Grundl. d. Chemie ꝛc., überſetzt von Dr. L. v. *Crell* (oder vielmehr von A. *Henke*) I. 176, „während die Metalle gehämmert und dadurch ausgereckt werden, erwärmen ſie ſich, und in einigen Fällen ſehr ſtark, zugleich aber werden ſie *ſpröde*, und *bleiben nicht länger hämmerbar*. Fährt man fort ſie länger zu ſchlagen, ſo berſten ſie ſicherlich an den Ecken, da ſie nicht dieſelbe Zähigkeit und Weichheit haben, als zuvor. Der einzige Weg, ihre Zähigkeit dann wieder herzuſtellen, iſt, ſie zu glühen und hierauf wieder von ſelber abkühlen zu laſſen. Iſt dieſes geſchehen, ſo ſind ſie wieder hämmerbar, doch noch geneigt, dieſe Hämmerbarkeit durch eine zweite Behandlung auf's Neue zu verlieren oder bedürfen einer neuen Anwärmung, um ſich weiter hämmerbar zu zeigen." Um dem Stahle alle jene Feſte und Federhärte zu ertheilen, welche er anzunehmen fähig iſt, muß man ihn bei einer ſeiner jedesmaligen Zuſammenſetzung und Innenbeſchaffenheit entſprechenden Temperatur härten; für ſolche Stahle, die in dieſer Hinſicht unerkannt ſind, können nur mit kleinen Mengen unternommene Proben entſcheiden. Jene Vorſchläge, welche vor einiger Zeit laut wurden: Legirungen (Metallgemiſche), welche bei beſtimmten Temperaturen ſchmelzen, hierzu in Anwendung zu bringen, um in ihnen, nachdem man ſie zum Fluſſe gebracht hatte, den Stahl Behufs der bezweckten Härtung zu erhitzen, ſind ſchon darum ſo gut wie unausführbar, weil, wenn der Stahl gehärtet werden ſoll, er zuvor *glühen* muß, dergleichen Gemiſche aber meiſtentheils Glühtemperatur gar nicht geſtatten, indem ſie (theilweiſe) verdampfen, ehe ſolche Temperatur eintritt. Manche verſtehen übrigens unter dem Ausdruck *Anlaſſen des Stahls* auch deſſen Anlaufen, obgleich daſſelbe von erſterem weſentlich verſchieden iſt, indem es nicht ein phyſiſches, ſondern ein *chemiſches* Verändern des Stahles, nämlich eine oberflächliche, mehr oder weniger weit fortgeſchrittene Verbrennung (Oxydation) deſſelben darſtellt, wie man leicht findet, wenn man z. B. blau angelaufene *Uhrfedern* in verdünnte Salzſäure taucht; das Eiſenoxyd wird augenblicklich ohne Gasentwickelung aufgelöſ't, und die nachgehends abgewaſchene Feder zeigt den urſprünglichen Stahlglanz, während die Flüſſigkeit Eiſen aufgelöſ't enthält. Es erfolgt dieſes Anlaufen nur beim Erhitzen des Stahls unter Luftberührung. Zuerſt, bei einer Zinnſchmelzhitze (bei 400°; vergl. ob. S. 62 Anm.) läuft es *hellgelb*, ſtroh- oder haferfarben, dann *dunkelgelb* (goldfarben bei 420°), dann *carmoiſinroth* (bei Wismuth-Schmelzhitze = 450°), hierauf *violett*, durch *Purpur* in *Dunkelblau* übergehend (bei Blei-Schmelzhitze = 540°), ſodann *lichtblau* und *grünlich* an und unmittelbar darauf, bei Zink-Schmelzhitze (= 700°) wird es vollkommen farblos, ſo als ob es bei dieſer Temperatur wiederum desoxydirt würde. Stärker erhizt, erſcheint nur *Eiſen* nach einander wieder *gelb*, *roth*, *violett*, *lichtblau* und *grün*, jedoch weniger lebhaft und ſchneller verſchwindend, und kurz vor dem Glühen *dunkelblau*. Leztere Farbe iſt fixirbar und es läßt ſich z. B. *Stahlfeilſtaub dauernd* dunkelblau darſtellen.

Raume, ſehr nahe über dem Boden (oder jenem Raume, wo das hergeſtellte und geſloſſene Eiſen ſich ſammelt) zum ſteten Abfluß der Schlacken offen erhalten werden; den Blauöfen geht ſolcher Schlackenabzug gänzlich ab, ſondern es muß vielmehr aus ihnen die Schlacke von Zeit zu Zeit dadurch abgelaſſen werden, daß man eine jeweilige Oeffnung dafür macht, dieſelbe, der Stich genannt, dann aber wieder verſtopft. Das Erz und die Kohlen müſſen in den Hohöfen nicht zu dicht, ſondern locker geſchichtet werden, damit der Luftzutritt und Gaſeabfluß nicht gehindert erſcheint, und ſchneller Gichten-Wechſel (d. i. ſchnelles Verbrennen) iſt bei ihnen zunächſt hervorzurufen; jedoch hat auch dieſe Beſchleunigung ihr Ziel und Maß, und ein zu gaarer Gang des Ofens iſt ſtets mit großem Eiſenverluſt verbunden, und kann, mittelſt wachſender Zähigkeit der Schlacken (zumal bei Feuerung mit geröſteten Steinkohlen oder ſog. Coaks), Erſticken des Ofens, d. i. Aufhörung des darin eingeleiteten Coaks-Verbrennungsherganges, zur Folge haben. — Den eigentlichen Schacht eines Ofens bildet deſſen mit feuerfeſten und möglichſt wenig ſchmelzbaren Steinen ermauerte innere, zur Aufnahme der Erze und der Brennſtoffe beſtimmte Raum, der in die Gicht, die Formgegend und den Boden zerfällt; erſtere iſt die obere Schachtöffnung, durch welche man ihn mit Schmelzſtoffen füllt, die andere enthält den eigentlichen Schmelzpunkt, der, nach Maßgabe der Schachthöhe, 10 bis 45 Fuß, auch wohl noch weniger als 10′ und noch mehr als 45′ von der Gicht fernt, und lezterer iſt der Grund, auf den der Schacht erbauet worden. Er fernt 10″ bis 24″ von der Form, und der hierdurch erwachſene Zwiſchenraum pflegt der Eiſenkaſten genannt zu werden, weil er beſtimmt iſt, das bereits geſchmolzene Eiſen aufzunehmen. Das den Schacht einſchließende unſchmelzbare Mauerwerk heißt das Schachtfutter oder der Kernſchacht, minder zweckmäßig ſchlechthin der „Schacht.“ Nicht ſelten iſt dieſes Schachtfutter zwei- bis dreifach, und die nach außen gewandten Futter führen dann den Namen Rauhſchacht oder Rauhſchächte. Zwiſchen je zwei Futtern bleibt ein ſteinleerer, nur lufterfüllter (mithin Wärmeableitung ſehr mindernder; ſ. oben S. 112), 6 Zoll Querdurchmeſſer haltender Zwiſchenraum, genannt die Füllung, die zugleich den innern Futtern und innerſtem Schachte Gelegenheit geſtattet, ſich in Folge der heftigen Erhitzung ungehindert auszudehnen, ohne daß durch ſolche Ausdehnung das Mauerwerk des Ofens geſprengt würde. Den Rauhſchacht umſchließt endlich noch der Mantel oder die Rauhmauer des Ofens, d. i. deſſen äußere Ummaurung. Je höher der Ofen und je größer die in demſelben zu entwickelnde Hitze, um ſo mehr Abzüge muß dieſe Rauhmauer erhalten, damit die feuchtenden Dämpfe (Waſſerdampf, theils aus ſchon fertigem Waſſer der Brenn- und Schmelzſtoffe entwickelt, theils durch Verbrennen des Hydrogens der erſteren entſtanden) ungehindert entweichen können, weil ſie im entgegengeſezten Falle, bei mit

der Hitze wachſender Spannung, den Ofen zerſprengen. Die Luft, welche die Gebläſe in den Ofen treiben, erzeugt unter andauernder Minderung ihres Oxygens und deſſen Verbindung mit der als Brennſtoff wirkenden Kohle, und zwar mit jener, welche ſie zuerſt berührt, Carbonſäure; weiter hinauf im Schacht, dort, wo dieſelbe Luft faſt oxygenleer emporſteigt, erliegt das mitaufgeſtiegene Carbonſäuregas durch die dort befindliche Kohle einer theilweiſen Oxygen-Entziehung, und es bildet ſich ſo, aus dieſer Kohle und jener Carbonſäure, Carbonoxydgas. In der eigentlichen Formgegend, und zwar im untern Theil derſelben, werden jedoch die Erſcheinungen mehr verwickelt; es bilden ſich, in Folge der fortgeſchrittenen Verbrennung, Carbon- und Hydrogen-haltige Oxygenate und zugleich, durch die große Hitze, unverbrannte Carbon- und Hydrogen-haltige Gaſe, welche die Herſtellung des Eiſenoxydes vorzüglich begünſtigen; im mittleren und obern Theil dieſer Gegend hingegen vereinen ſich Kohle und Carbonoxydgas mit dem Oxygen des Eiſenoxyds, es bildet ſich Waſſer (=Dampf) und wiederum Carbonſäure ſofort, bis der Strom der Gaſe im obern Theile ſich ſoweit abgekühlt hat, daß er nur noch aus jenen Schichten, welche er durchdringt, Waſſer austreibt, einige (jedoch an Carbon ſehr arme) Gaſe erzeugt und endlich glühend als Gichtflamme entweicht. Carbonſäure und Waſſer-Azotgas ſind die Beſtandtheile dieſer Flamme, meiſtens begleitet von etwas unverbranntem Hydrogen-, Hydrocarbon-, Carbonoxyd- und Metall-Gas (Eiſen-, Titan- ꝛc. Dampf) Hitze dieſer glühenden oder nahe glühenden Gaſe zu benutzen, bediente man ſich, beſonders auf den ruſſiſchen Eiſenhütten am Ural, der Gichtflammen-Hitze zum Röſten der Eiſenſteine, indem man die Kappe über der Gicht mit einem oder mit mehreren, entweder wagrechten oder ſtatt deſſen etwas ſchräge liegenden Zügen verſah, die, am entgegengeſezten Ende in eine ſenkrechte Eſſe auslaufend, die Flamme zwangen, bis zu dieſer Eſſe hin und aus derſelben hervorzutreten, oder wenigſtens ſich bis in die Eſſe vorzubiegen, und auch in Frankreich machte bereits vor mehreren Jahren Berthier auf mehrfache Benutzungen der Hitze dieſer Flamme (ſowie jener der Friſchfeuer) aufmerkſam, indeſſen wurde das Erzröſten auf Koſten dieſer Hitze wenig ausübbar gefunden; größern Beifall erhielt hingegen die Verwendung der Gichtflammen-Gluth zum Brennen des Kalkes, und in unſern Zeiten vorzüglich das mit derſelben ſehr wohl ausführbare Heizen der Gebläſeluft ſelbſt (durch ſie umfaſſende und fortleitende gußeiſerne Röhren, welche entweder die Gichtflamme oder auch einen beſondern Ofen durchſtreichen), und zwar mit vollkommen hinreichendem Grunde, weil man jezt vermochte, mit der Hälfte der früherhin erforderlichen Brennſtoffe (der Kohlen ꝛc.) das Doppelte des ſonſtigen täglichen Ertrags zu erzielen. Hat daher ſonſt der Hohofen dort, wo die Herſtellung des Eiſens aus deſſen Oxyden vor ſich geht, die gehörige

Schachtweite, die als ſolche ein zu ſtarkes Steigern der Temperatur in dieſem Raume und damit nicht nur Verſchwendung des Brennſtoffes, ſondern auch Schmelzung von noch nicht reducirten Erztheilen verhindert, das Erz aber hinreichend lange Zeit im Ofen zu verweilen und ſo deſſen Reduction vollſtändig zu bewirken geſtattet, und wird dagegen im Schmelzraum die Temperatur mittelſt der Hitze der Gebläſeluft möglichſt erhöhet, ſo daß ſie hier Weißgluth erreicht, während ſie im Reductionsraum noch beträchtlich von dieſer Temperatur fernt *); ſo iſt mit der Erfüllung dieſer beiden Bedingungen alles gewährt, was zur vollſtändigen Gewinnung *guten* Eiſens aus ſchmelz- und herſtellungswürdigen Erzen erforderlich. *Berthier* ſelbſt, bezeichnet a. a. O. das Vortheilhafte der Verwendung heißer ſtatt kalter Gebläſeluft, wie folgt. „Bei dem Arbeiten mit kalter Luft regelt man, um für den Schmelzraum den nöthigen Hitzgrad zu erreichen, die Ladungen und das Gebläſe ſo, daß in einer gegebenen Zeit gerade eine hinreichende Menge von Kohlen niederbrennt; dieſe Menge iſt ungefähr dieſelbe, wie bei dem heißen Gebläſe. Auch wird bei dem Blaſen mit kalter Luft dieſelbe ihres Sauerſtoffs innerhalb des Schmelzraumes nicht gänzlich beraubt, ſondern es findet noch eine beträchtliche Verbrennung in den höhern Theilen des Ofens ſtatt, während dieſes bei Gebläſen mit heißer Luft hier beinahe gänzlich aufhört; ja man nimmt in dieſem Falle ein ziemlich bemerkliches Erkalten dieſer höhern Theile wahr. Hierin iſt der Grund der Erſparniß an Brennmaterial bei dieſem neuen Verfahren zu ſuchen. In beiden Fällen iſt zur Verbrennung einer gleichen Menge Brennſtoffes dieſelbe Menge Luft erforderlich; auch hat man überhaupt bemerkt, daß ſich die abſolute (an ſich erforderliche) Menge Brennſtoff für 24 Stunden faſt nicht geändert hat nach Einführung des Blaſens erhizter Luft; ſelbſt die Gebläſe arbeiteten nicht mit vermehrter Schnelligkeit. Für jene Theile hingegen, welche der *Düſe* (Blaſerohr des Gebläſes) näher liegen, iſt weit weniger heiße Luft, als kalte, nöthig, um ein gegebenes Gewicht Kohle niederzubrennen. Noch ein anderer Vortheil, welchen die *heiße* Luft zur Erzeugung einer ſo hohen Temperatur bietet,

---

*) Den Grad der *matteſten Weißgluth* ſchätzt man nämlich zu 5674°, 6.. R. oder 7093°, 3.. C., den der *Schmelzhitze des Gußeiſens* zu 7960° R. oder 9950° C., jenen der *Schmelzhitze des geſchmiedeten Eiſens* zu 9681° R. oder 12101°, 25 C.; den der *Schweißhitze des Eiſens* zu 5933° R. oder 7416°, 25 C., der alſo etwas höher als jener Grad der geringſten Weißgluth liegt. Weit tiefer hingegen fallen die Grade der Rothgluth, denn Eiſen, das alſo erhizt worden, daß es gerade anfängt im Dunkeln ſichtbar zu ſein, d. i. beginnende *Braun-Gluth* zeigt, fand *Black* um 638° F. (d. i. um 269°, 3.. R. oder 336°, 6 C.), in der Dunkelheit *hellrothglühendes* um 732° F. (= 311°, 1.. R. oder 388°, 8.. C.), in der Dämmerung *rothglühendes* um 884° F. (= 378°, 6.. R. od. 473°, 3.. C.) heiß, und *Hellrothgluth* beim Tageslicht gleich 1050° F. (= 452°, 4.. R. oder 565°, 5.. C.). Wie man ſo hohe Hitzgrade (beiläufig richtig) beſtimmt, oder mißt, oder doch nahe mit Sicherheit ſchäzt? ſ. w. o. Bemerk. nn) u. vergl. S. 62 Anm.

wie man ſie im Schmelzraum zu entwickeln ſucht, liegt in ihrer größern Fähigkeit, den indifferenten (nicht gegenthätigen) nur Wärme raubenden, gaſigen Stickſtoff (das Azotgas) abzugeben.“ Vergl. oben S. 355. „Endlich“ fügt B. hinzu, „liegt in der Art, wie die heiße Luft auf den Brennſtoff einwirkt, die Erklärung folgender einfachen und bekannten Thatſache: daß beim Arbeiten mit kalter Luft man beinahe die doppelte Menge Coaks (Röſt-Steinkohlen), im Verhältniß zum Verbrauche an Holzkohlen, nöthig hat, um eine gleiche Menge Gußeiſen zu erzeugen, ungeachtet beide (Röſt-Steinkohlen und Holzkohlen) eine faſt gleiche Heizkraft beſitzen; denn in Folge ihrer ſchweren Entzündbarkeit entziehen die Coaks der Luft unmittelbar weniger Sauerſtoff, als die Holzkohle. Man muß daher, um eine gehörige Menge Brennſtoff um die Düſe herum in gegebener Zeit niederzubrennen, d. h. um den erforderlichen Hitzegrad zu erreichen, eine ſehr beträchtliche Maſſe Gebläſeluft zuführen. Gelangt nun jene noch ſehr ſauerſtoffreiche Luft in Schichten oberhalb der Düſe, ſo verurſacht ſie daſelbſt eine beträchtliche Brennſtoff-Verſchwendung und eine allzugroße Erhitzung des mittleren und obern Ofentheiles; daher iſt der Kohlegehalt eines mit Coaks dargeſtellten Eiſens größer, als jener eines mittelſt Holzkohlen gewonnenen. Wenn das Schmelzen mit heißer Gebläſeluft ſeine höchſte Vollkommenheit erreicht haben wird, ſo müſſen Holzkohlen und Coaks, beim Schmelzen der Erze, ſich gegenſeitig vertreten können.“ — In der Hüttenmanns-Sprache heißt jener verengte Theil des Schmelzraumes, welchen ſtrengflüſſige Erze nöthig machen (denn leichtflüſſige Erze bedürfen ſolcher gewöhnlich beträchtlichen Verengung des untern Schmelzraumes nicht, ſondern erlangen auch bei geringerer Einengung hinreichendes Beiſammenwirken der Hitze), das Geſtell, und die ihn mit dem Schachte verbindende ring- oder ſcheibenförmige Mauer, die Raſt des Ofens; das Geſtell muß aus möglichſt feuerfeſtem Geſtein und Mauerwerk zuſammengeſezt ſein, die Raſt hat zum Zweck, die Ableitung der Hitze nach außen hin möglichſt zu beſchränken, mithin die Hitze ſelbſt für den von ihr eingeſchloſſenen Raum andauern, verweilen oder raſten zu machen; bei Oefen „ohne Geſtell“ ſind Schmelzraum und Raſt vereint. — Jene oben gedachte Schacht-Erweiterung führt die Benennung des Bauches oder Kohlenſackes; bei Oefen ohne abgeſondertem Schmelzraum, d. i. ohne Geſtell (und ſolche ſind die Blauöfen oder Stücköfen, die außerdem noch durch die Geſchloſſenheit ihrer Bruſt — d. i. jenes Theiles der Kernſchachtmauer, welcher, durch das Arbeitsgewölbe zum Vorſchein kommend, von der Rauhmauer des Ofens gewiſſermaßen entblößt erſcheint — von dem mit offener Bruſt arbeitenden und mit einem Geſtell verſehenen Hohofen ſich unterſcheiden), fehlt jedoch auch, wenigſtens in neuern Zeiten, der Kohlenſack nie. Nicht ſelten werden übrigens hohe, vom Boden bis zur Gicht gegen 20 bis 30 Fuß Höhe darbietende Blauöfen auch Hohöfen genannt. Die

Wirkungsfolge des Ofens nennt man den Gang deſſelben, und dieſer iſt zu gar oder zu hitzig, wenn die Hitzentwicklung verhältlich zu ſchnell von ſtatten geht, und dadurch zu früh zur Hauptwirkung gelangt, was ſtets mit großem Verluſt an Eiſen verbunden iſt, hingegen zu kalt, wenn der Ofen, ſei es durch zu reichliches Verhältniß der Erze zu den Kohlen, oder durch zu ſchwaches Gebläſe, oder auch durch nicht gehörige Zerkleinerung der Erzſtücken u. dergl., ſich zu ſehr abkühlt, wo dann die Herſtellung des Metalls theilweiſe gar nicht, theils zu ſpät erfolgt, und der vielen das Eiſen umgebenden Kohle ungeachtet die Verſchlackung des größern Theiles des Eiſens unvermeidlich eintritt. Zwiſchen dieſen Aeuſſerſten liegt jene Wirkungfolge des Ofens, welche man — indem ſie die Scheidung des Eiſens von der Schlacke und die dazu erforderliche gehörige Zähflüſſigung des erſtern weder zu ſchnell, noch zu langſam, und daher weder zu früh noch zu ſpät eintreten läßt — den guten Gang nennt. Je weiter die Gicht vom Schmelzraum fernt, mithin je höher der Ofen iſt, um ſo mehr nimmt die Hitze oben auf der Gicht, bei ſonſt gleichbleibendem Gebläſe ab. Bei Feuerung mit leichten Holzkohlen, die als ſolche keine große Hitze um ſich herum verbreiten, und bei wenig Wind, d. i. bei ſchwachem Gebläſe (der aber demungeachtet die dem Brennſtoffe angemeſſene Geſchwindigkeit oder Preſſung haben kann) wird, da die Gicht oben doch kalt bleibt, die zu große Höhe der Oefen überflüſſig. Je derber die Kohlen, je vollkommener das Gebläſe (jemehr Wind von zweckmäßiger Preſſung es gewährt), um ſo größere Ofenhöhe wird erfordert. Bei Röſt-Steinkohlen, die ſtets ſtarken und kräftigen Wind erfordern, wird beträchtliche Ofenhöhe erfordert, weil die Wirkung ſolchen Brennſtoffes ſonſt nur unvollſtändig eintreten würde; während gute Holzkohlen eine Ofenhöhe von 32—35 Fuß heiſchen, fordern Röſt-Steinkohlen, nach Maßgabe ihrer geringern oder größern Dichte (Schwere) und dazu gehörigem ſchwächern oder ſtärkern Gebläſe, 40—50 Fuß Ofenhöhe, wenn alle im Ofen zu entwickelnde Hitze gehörig benuzt werden ſoll. Jeder Ofen muß übrigens (will man von der Hitze nicht mehr oder weniger ungenuzt verlieren und mithin von den Kohlen nicht ohne Noth verbrauchen) hinſichtlich ſeiner Höhe mit der Stärke des Gebläſes im richtigen Verhältniß ſtehen, und im Allgemeinen um ſo höher und um ſo weiter ſein, jemehr Wind man ihm zuzuführen gedenkt; in einem Hohofen von 40' Höhe, dem man in der Minute 2000 Würfelfuß Luft mit einer ſeinen Holzkohlen angemeſſenen Geſchwindigkeit zubläſt, wird man, alles Uebrige gleich geſezt, in weit kürzerer Zeit und mit viel weniger Mühe mehr Eiſen aus deſſen Erz herzuſtellen und in Fluß zu bringen vermögen, als in einem andern von gleicher Höhe, dem man in einer Minute nur halb ſoviel Luft zuführte.

gg) Der Schmelzpunkt des bereits hergeſtellten Roheiſens unterliegt ſehr wahrſcheinlich ſehr beträchtlichen Abänderungen, je nach den Beimiſchungen, die dem Eiſen bei ſeiner Herſtellung zu

Theil geworden. Wahrſcheinlich verhalten ſich in dieſer Hinſicht die Metalle (nicht nur die Erzmetalle od. ſog. „ſchweren Metalle“, ſondern auch die leichten, nämlich die Erd- und die Laugmetalle) in dieſer Hinſicht ähnlich den nichtmetalliſchen (od. ſog. metalloidiſchen) Grundſtoffen, insbeſondere dem Carbon, Hydrogen, Azot und Oxygen, die um ſehr geringe Größen in ihren chemiſchen Verbindungs-Verhältniſſen verändert, mitunter höchſt auffallenden phyſiſchen Umwandelungen unterliegen *); wie denn wahrſcheinlich die meiſten, von vielen Chemikern für urſprünglich erzeugte Verbindungen, d. i. für Urmiſchungs-Erzeugniſſe oder ſog. Educte gehaltenen Ummiſchungs-Erzeugniſſe (oder chem. Producte), z. B. die hierher gehörigen fett- und ölartigen Verbindungen: das Paraffin, Eupion, Kreoſot u. ſ. w., wirklich nur dieſe, nämlich nur Ummiſchungs- und keine Urmiſchungs-Erzeugniſſe ſein dürften. Schon die Zuſammenſetzung der gediegen vorkommenden Metalle und Metalloyde (oben S. 93) leitet auf dieſe Vermuthung; die außerdem durch geradezu auf dieſen Gegenſtand gerichtete Verſuche **) bereits beſtättigt worden iſt. — Wird nun aber der Schmelzpunkt z. B. des Roheiſens ſchon durch kleine und ſehr kleine Beimiſchungen an-

---

*) Erhitzt man Kautſchuck für ſich (d. h. röſtet man es in Deſtillirgefäßen, ſ. oben S. 312 Anm.), ſo entwickelt es ein bei dieſer Temperatur entſtandenes, angenehmen Blumengeruch verbreitendes, waſſerhelles, ſehr flüchtiges Oel von ſehr geringem Eigengewicht, das für ſich deſtillirt (rectificirt) anfänglich bei 35° C., dann bei höheren Temperaturen, zulezt bei 65° C. ſiedet, und mithin ſehr wahrſcheinlich aus mehreren, verſchiedene Siedbarkeit beſitzenden flüchtigen Brenzölen zuſammengeſezt iſt. Es beſteht aus Carbon und Hydrogen, faſt in demſelben Verhältniß, wie das ſog. ölbildende Gas (das auf 4 Atome oder Volum Carbon 8 Atome Hydrogen enthält, und ſonſt auch Doppelt-Kohlenwaſſerſtoff-Gas, oder im nicht gaſigen Zuſtande gedacht, Aetherin — der Kürze wegen bezeichnet durch Ae oder durch E — genannt wird; vergl. m. Grundz. II. 463) und hat ein Eigengewicht gleich 0,673 das des Waſſers gleich 1 geſezt. Liebig, der vermuthete, daß es ſog. Eupion (Edelfett) enthalte, d. i. eine Verbindung, die Reichenbach, neben Kreoſot und andern ähnlichen Ummiſchung-Erzeugniſſen in den Deſtillations-Erzeugniſſen des Holztheer vorfand (a. a. O. I. 558 und II. 487), verſezte es mit ſog. concentrirter, d. i. waſſerarmer Schwefelſäure, um das etwa vorhandene Eupion auszuſcheiden, — da dieſe Säure das Eupion unangegriffen läßt, während ſie rein ölige Verbindungen verkohlt — und erhielt ſo, während das Gemiſch ſich ſchwärzte und Schweflichtſäure entband, beim Zuſatz von Waſſer ein farbloſes Oel, das durch Rectification gereinigt, von dem vorigen noch nicht mit Schwefelſäure behandelten Oele, dem Anſehen nach, nicht verſchieden zu ſein ſchien und ſelbſt in ſeiner Zuſammenſetzung nur unbedeutend von demſelben abwich, nichtsdeſtoweniger aber nicht mehr bei 56° C., ſondern bei 220° in's Sieden gerieth, und mithin einen um 184° C. höhern Siedepunkt darbot; vergl. Annalen der Pharmac. XVI. 61. ff.

**) Alle mittelſt Flußmitteln geſchmolzenen Erzmetalle unterliegen dem Verdachte, von den laugmetalliſchen Beimiſchungen ſolcher Flüſſe (ſiehe oben) mehr oder weniger beträchtliche Antheile in ſich aufgenommen zu haben; wie denn z. B. das durch wiederholtes Schmelzen des Goldes mit es bleichenden Natronſalzen (z. B. mit Borax, d. i. Natron-Borat, Soda d. i. Natron-Carbonat ꝛc.), das des Stibs (Spießglanzes oder Antimons) und ebenſo des Wismuths mit Kali-haltigen Sal-

derer Grundſtoffe (zu welchen, wie ich vermuthe, auch das Azot gehört, das vielleicht zur Vermehrung der durch Kryſtallaiſations-Wirkungen hervorgegangenen Sprödigkeit nicht unbedeutend beiträgt, obgleich es nur in höchſt geringen Mengen in das Eiſen einzudringen vermag) beträchtlich verändert, ſo wird es damit auch die Wirkſamkeit der Gebläſeluft, in Beziehung auf alle nach einander eintretenden Vorgänge im Innern des Ofens, und genaue Kenntniß aller in ſolchem Ofen mit- und gegenwirkenden Grundſtoffe ſowohl des Erzes, als der Brennſtoffe und der ſonſtigen Zuſchläge (Zuſätze; vergl. oben S. 351) möchte das beſte Mittel ſein, um zweckdienliche Abänderungen der gewöhnlichen Ofen- oder Heerd-Beſchickung und des Betriebs derſelben, mit Sicherheit unternehmen zu können. — Auf ähnliche Weiſe nämlich, wie die Berührung der Kohle, ſowie jene der aus derſelben theils entwickelten, theils erzeugten brennbaren Gaſe, bei der hohen Temperatur der Oefen, auf das Oxygen des Erzes elektrochemiſch aufregend und dadurch deſſen chemiſche Anziehung zum Carbon und Hydrogen beſchleunigend (und hiedurch erhöhend oder verſtärkend) wirkten, ſo wird auch in Folge dieſer und dieſen verwandter Anregungen, mit der erhöheten Temperatur die Anziehung der im Erze und den Kohlen (ſammt Zuſchlägen)

---

zen, zumal mit Kalicarbonat, des Zinks mit einem oder dem andern dieſer Salze, des Bleies und des Zinns, ſtets Gußmetalle gewährt, die während ſie äußerſt geringe Mengen Laugmetalles, ja nicht ſelten nur Spuren derſelben enthalten, doch ſehr weſentliche Abänderungen (die erſtgenannten z. B. geringe Treibbarkeit unter dem Hammer, die lezteren Erhöhung ihres Glanzes und größere Luftbeſtändigkeit) erlangt haben. Graf A. v. Mußin-Puſchkin, der ſich vor 40 Jahren viel mit dem Platin beſchäftigte, fand unter andern, daß dieſes Metall, wenn es anhaltend (ſechs Tage lang) mit dem Vierfachen ſeines Gewichtes Kalicarbonat der Glasofenhitze ausgeſezt wurde, in ſeiner Farbe jener des Silbers ungemein genähert erſchien, während es alle Anziehbarkeit auch gegen den ſtärkſten Magnet verloren hatte, und in dieſem Zuſtande ſeinem Auflöſungsmittel (dem ſog. Königswaſſer oder Goldſcheidewaſſer, das durch ſeinen Chlor-Gehalt Platin oder Gold auflöſ't, während dieſe Metalle von gewöhnlichem Scheidewaſſer, d. i. von gewäſſerter Azot- oder Salpeterſäure nicht angegriffen werden) weit mehr widerſtand, wie in dem gewöhnlichen; denn während es davon ſonſt 8 Theile zur Auflöſung erfordert hatte, waren nun 19—20 Theile deſſelben nöthig, und doch ging die Auflöſung nicht vollſtändig von ſtatten. Dieſes alſo veränderte Platin war übrigens nichts weniger als eiſenfrei; v. Crell's Ann. 1798. II. 446 ff. Was in dieſen und ähnlichen Fällen die chemiſche Anziehung der Metalle zum Oxygen, oder, wie im leztern Falle, zum Chlor u. dergl. mehr oder weniger beträchtlich abändert, ſind höchſt wahrſcheinlich nur die ihnen in kleinſten Mengen beigegebenen Laugmetalle; denn indem dieſe gegen die Erzmetalle elektropoſitiv werden, erlangen dagegen jene Elektronegativität, was ſie ebenſo gegen feuchtes Oxygen, Chlor ꝛc. ſchüzt, als Gleiches ſtattfindet bei Davy's Schützung des Kupferbeſchlags der Schiffe — durch wenig Zink (warum aber dennoch dieſer Schiffsbeſchlag nicht leiſtet, was er zu verſprechen ſchien, und wie man dieſen Zweck muthmaßlich eher und vollkommener erreichen werde durch kieſelhaltige Ueberzüge der Schiffe, der Meerdammpfähle u. dgl.; darüber findet man in meiner kleinen Schrift: Zur Polytechnologie unſerer Zeit. Nürnberg, bei J. A. Stein. 1836. 8. S. 132. Vorſchläge, welche der Prüfung im Großen harren, die anzuſtellen meine Lage mir nicht geſtattet).

vorhandenen Metalle ſowohl unter ſich, als ſelbſt auch zu Grundſtoffen geſteigert, zu welchen die Metalle bei mehr niederen Temperaturen gar keine chemiſche Anziehung beſitzen; wie ſolches ſchon ſehr gewöhnliche und jedem ausübenden Chemiker bekannte Thatſachen beweiſen; z. B. die Erzeugung von Blei-Platin, durch Erhitzen von Bleioxyd in Platingefäßen (wodurch dieſe bis zum Durchlaufen ſchmelzbar werden), jene von Azotkupfer, Azoteiſen u. ſ. w. durch Azot- oder ſtatt deſſen durch trockenes Ammongas, das man über glühende Kupfer-, Eiſen- u. ſ. w. Dräthe oder Staub ſtreichen läßt ꝛc. Ein anderer Umſtand, welcher beim Herſtellen der Erzmetalle im Großen einer genauern Würdigung werth zu ſein ſcheint, als ihm zeither zu Theil wurde, betrifft den Druck, unter dem die erhizten Erze und Erzbeſchickungen ſtehen. Seitdem nämlich James Hall gezeigt hat, daß man die Zerſetzungen und Schmelzungen mehrerer durch Feuer ſonſt leicht chemiſch zerſetzbarer und dann, ihren fixen Beſtandtheilen nach kaum ſchmelzbarer Verbindungen, mittelſt ſtarker Belaſtung der zu erhitzenden Maſſen erzwingen kann — wie es denn H. gelang, durch Erhitzung unter ſtarkem Druck, Marmor, Kreide, ſelbſt Kohle zu ſchmelzen, von denen die leztere ohne dieſen Handgriff in Oefen ſich gar nicht ſchmelzen läßt — darf man vermuthen, daß jede mehr oder weniger beträchtliche Belaſtung zu erhitzender Erze, zwar deren Schmelzbarkeit erleichtert, dagegen aber auch ihre gänzliche Herſtellung (ihre völlige Befreiung von Oxygen, und bei Eiſenerzen auch jene vom Graphit) erſchwert oder wohl gar gänzlich hindert. Die erwähnten Schmelzungen in H's Verſuchen nehmen übrigens noch von einer andern Seite her die Forſchungstheilnahme des Phyſikers in Anſpruch. Da nämlich jene Stoffe (die Kreide, die Kohle) Urmiſchungs-Erzeugniſſe enthalten, welche an ſich ſehr flüchtig ſind und hinſichtlich der Größe ihrer Eigenwärme ſich auszeichnen (z. B. das Hydrocarbon der Kohle, die Corbonſäure der Kreide), ſo dienen dieſe Erzeugniſſe den übrigen mitverbundenen Grundſtoffgemiſchen, z. B. die Carbonſäure dem Calcinoxyd oder Kalk, das Hydrocarbon dem Erdmetall und Laugmetall (zum Theil auch den Erzmetall-) Carboniden der Kohle, zum Flußmittel, und wo daher an ſich gaſige Grundſtoffe deren Gemiſche mit andern nicht gaſigen verbunden, während der Erhitzung ſtarkem Drucke unterliegen, dort hindert ſolcher Druck der gaſigen Materie Entweichung und bringt dadurch die übrigen ſtrengflüſſigere Stoffe oder Verbindungen ſchon bei Temperaturen zum Fluſſe, bei welchen ſie unbelaſtet gar nicht ſchmelzen würden. So vermag man Kalkcarbonat bei größter Ofenhitze unbelaſtet nicht zum Sintern, geſchweige denn zum Fließen zu bringen, es floß hingegen in J. Hall's Verſuchen ſchon bei 25° Wedgwood. Dieſe Verſuche ſind übrigens für die Geologie (Geſchichte

der Erde oder Erdumänderungs- und Erdzuſammenſetzungs-Lehre, oder Erdkörpergeſchichte) ſehr wichtig und eine der Hauptſtützen jener Meinung geworden: daß hauptſächlich das Feuer, und nicht das Waſſer, zur Bildung und Formung der feſten Geſteine und Gebirgsmaſſen beigetragen habe, und daß die Steinkohlen aus organiſchen Körpern (wie Hall und Mehrere meinen: aus Urwäldern) durch Verkohlung und Schmelzung unter großem Drucke hervorgegangen ſeien; eine Meinung, die ſich jedoch noch nichts weniger als unbeſtreitbar behaupten läßt, und zwar ſchon darum, weil den Steinkohlen ſehr ähnliche Erzeugniſſe auch bei ſehr niederer Temperatur, bei Eiskälte und bei noch mehr niederen Fühlwärmegraden, ſelbſt ohne ſtarke Ueberlaſtung, z. B. aus Humusſäure (oder ſog. Dungſäure) d. i. aus derjenigen Carbonoxydulat-Hydrogenverbindung ſich leicht erzeugen läßt, welche aus jeder modernden Pflanze hervorgeht, und die in den meiſten Torfen den Hauptbehandtheil bildet; vergl. m. Grundz. I. 601. Wie die Erde ihren jetzigen Beſtand gewonnen, und welche Umänderungen ſie erfahren, darüber vergl. ob. S. 79 ff., 178 ff., 277 u. 302 u. m. Handb. der Meteorologie. B. I.

hh) Die Zuſtrömung der zur Verbrennung des Brennſtoffes erforderlichen atmoſphäriſchen Luft erfolgt bei den verſchiedenen Oefen entweder nur mit Hülfe des Luftzuges, den man bei manchen Oefen durch Verlängerung des beweglichen obern Schachttheils (z. B. bei gewöhnlichen Windöfen, durch abgeſtutzten Hohlkegeln ähnliche Feuereſſen oder Schornſteine der Herde vertretende Zugröhren) zu verſtärken pflegt, oder mittelſt beſonderer, Luft-Einfangung, Zuſammendrükkung und Wiederaustreibung geſtattender, Gebläſe genannter Vorrichtungen. Bei der Verbrennungs-Beſchleunigung durch künſtlich verſtärkten Luftzug iſt es lediglich die durch das Verbrennen im Ofen (oder unter'm Schornſtein auf dem flachen Herde) entſtehende und andauernd unterhaltene Verdünnung der im Ofen befindlichen (oder den freien Herd bedeckenden) Luft, welche das Nachfließen oder Ein- und Zuſtrömen der Außenluft zu dem Innenraum des Ofens (oder dem Raum oberhalb des freien Herdes) zur Folge hat; indem die dichtere, und daher ſtärkeren Druck ausübende Luft ſich ſo lange in den Raum der für ſie zugänglichen dünnern Luft bewegt oder zieht, bis dieſe einen Gegendruck ausübt, der dem Eindrucke der erſtern Luft gleich iſt, oder bis zwiſchen beiden Lüften gleiche Größe des Druckes, d. i. Gleichgewicht durch Druck hergeſtellt iſt. So lange nun aber die Verdünnungsurſache für die Ofen- oder Herdluft, die Verbrennung, fortdauert, ſo lange wird auch unaufhörlich das erlangte Druckgleichgewicht wieder aufgehoben, und zwar um ſo erfolgreicher, je lebhafter die Verbrennung ſtattfand, ſo daß beide Wirkungsverhältniſſe ſich ununterbrochen gegen- und wechſelſeitig beſtimmen; denn lebhafteres Verbrennen hat ſtärkern Lufzug, und verſtärkter Luftzug heftigeres Verbrennen zur Folge (ob. S. 204 Anm. u. S. 7. u. 312 Anm.) Die Wiederaustreibung der Luft aus den Gebläſen,

oder der durch dieſelben bewirkte Luft-Drang, geht vor in längeren oder kürzeren ſogenannten Windleitungen, indem dieſe der gepreßten Luft nur in den Ofen hinein (und bei Hohöfen nur in deren Form hinein) oder bei Herden nur zu deren Brennraum hin, die Ausſtrömung geſtatten, und jene Röhre, durch welche hiebei die zuſammengepreßte und dieſer Preſſung wegen Wind genannte Luft in den Brennraum des Ofens oder Herdes tritt, nennt der Schmelzer die Düſe oder Deuſe, ſowie deren dem Feuer zugewendete Mündung die Düſenöffnung oder das Düſenmaul. Hauptaufgabe bei allen Gebläſen iſt: mit möglichſt geringem Kraftaufwande in kürzeſter Zeit möglichſt viel Luft der Düſe zuzuführen; eine weitere Aufgabe verlangt: Einfangung, Zuſammendrückung und Ausſtrömung der Luft möglichſt gleichmäßig von Statten gehen zu machen, damit die Dauer der Feuerung ununterbrochen mit zweckmäßiger Stärke geſichert bleibe. Einfache Blaſebälge, mit oder ohne Windlade, laſſen dieſe Aufgabe nie genügend erfüllen, wohl aber Doppelgebläſe, wie ſie z. B. die Schmiede zur ununterbrochenen Luftausſtrömung in Anwendung bringen; gehörig eingerichtet und getrieben, ſetzen ſie in den Stand, dieſe Aufgaben zu löſen. — — Die älteſten Gebläſe beſtanden aus Thierhautſchläuchen, die man, nach Art unſerer Handblaſebälge, mit Klappenventilen verſah; wie ſolches z. B. noch gegenwärtig bei den Hindus der Fall iſt, deren Eiſenbereiter ſich von Zeit zu Zeit ablöſen, um mit den Händen jene Geisfell- (Ziegenhäute-) Bälge in Bewegung zu ſetzen, durch welche die Holzkohlenfeuer zur Herſtellung des Wutz (oben S. 351 Anm.) in verſtärktem Maße unterhalten werden; ein Verfahren, das nicht im Mindeſten vorzüglicher iſt, als jenes, welches vor dreitauſend Jahren die Bewohner Hetruriens befolgten, wenn ſie aus Eiſenerzen Eiſen herzuſtellen verſuchten. Die zu dergleichen Bälgen (die ihre Benennung dem Umſtande verdanken, daß man eine Thierhaut auch durch Balg oder Thierbalg bezeichnet) erforderlichen Häute trocknete man ehemals entweder nur an der Luft, oder größerer Dauerhaftigkeit wegen, im Rauche (wie noch jezt die Kalmücken, Tartaren und verwandte Volksſtämme ihr Rauchleder bereiten), erſt ſpäteren Zeiten war hiezu die Benutzung des lohgaren Leders vorbehalten. Allein die größere Koſtbarkeit dieſer Lederart, und die ſeiner größeren Haltbarkeit ungeachtet bei häufigem Gebrauch daraus gefertigter Bälge dennoch, zumal in den Falten eintretende ſchnelle Abnutzung derſelben, trieb im Jahr 1550 einen Bürger Nürnbergs, Hans Lobſinger (ſeiner Zeit berühmt als Verfertiger vorzüglicher Windbüchſen), zur Erfindung der hölzernen Blaſebälge, eine Erfindung, die jedoch, Schlüter zufolge, ein um jene Zeit lebender Biſchof zu Bamberg mit L. theilte. Lezterer kam nämlich auf den glücklichen Einfall, ſtatt der biegſamen ledernen Wände, den Bälgen hölzerne Flächen zu ertheilen, welche ſich in Form eines keil- oder pyramidenförmigen Kaſtens (genannt der Oberkaſten) um die

unbeweglichen Flächen eines zweiten möglichſt flachen untern Kaſtens (des Unterkaſtens) dergeſtalt bewegen, daß ſie, den Unterkaſten umſchließend, an deſſen Kanten genau anſchließen (eine Einrichtung, die jedoch erſt in neuern Zeiten getroffen wurde), ſo daß die mittelſt Aufziehung des Oberkaſtens eingefangene Luft beim Niederdrücken deſſelben zwiſchen beiden Kaſten nicht zu entweichen, ſondern nur aus der Düſe hervorzuſtrömen vermochte. Indeſſen blieb hiebei Eintritt mehr oder weniger heftiger Reibung (zwiſchen Holz und Holz) und Entſtehen eines ſchädlichen Raumes unvermeidlich, der hervorgehen mußte, weil man den Oberkaſten gegen die untere Fläche des Unterkaſtens nicht alſo genau zu drücken im Stande war, daß zwiſchen des erſtern obern Innenfläche und des lezteren unbeweglichen Gegenfläche nicht ein mit verdichteter Luft ſich ausfüllender Zwiſchenraum hätte hervorgehen ſollen. Da nun beim Wiederaufziehen dieſe verbliebene Luft ſich wieder ausdehnte, ſo ſezte ſie ſich dadurch dem Neueinſtrömen der Außenluft mehr oder weniger entgegen und hinderte ſo ſtets die beabſichtigte volle Wirkſamkeit des Balges; ein Hinderniß, das um ſo mächtiger ſich zeigte, je größer der ſchädliche Raum, je kleiner die Düſenöffnung war, und jemehr beſchleunigt der Balgenkaſten in Bewegung geſezt wurde. Der Reibung des Oberkaſtens gegen die Kannten der Fläche, um die er ſich bewegt, ſtrebte man dadurch zu begegnen, daß man dieſe Fläche durch Waſſer vertreten ließ, das man in ein oben offenes Gefäß ſchloß, in welchem ſich der unten offene, ſonſt aber auf allen Seiten geſchloſſene Oberkaſten auf und nieder dergeſtalt bewegen ließ, daß er beim Aufziehen Luft einfing, die bei ſeinem Niedergange aus einer oberhalb des Waſſerſpiegels hervorragenden Oeffnung preſſend ausgetrieben wurde. In Spanien ſoll man zuerſt auf dieſen Gedanken gekommen ſein; er fand dann in Frankreich Eingang, wurde aber, mancherlei Unvollkommenheiten wegen, wiederum aufgegeben, bis ihn ſpäterhin, mit weſentlichen Verbeſſerungen, der unlängſt verſtorbene baieriſche, geiſtreiche Kenner der Mechanik und Bauverſtändige, Joſ. Baader, wiederaufnahm. Den ſchädlichen Raum ſuchte man in neuern Zeiten dadurch möglichſt zu vermindern, daß man die bewegliche Fläche vom Balgenkaſten, beide außer Verbindung ſetzend, von einander ganz unabhängig machte, indem man, dadurch zugleich die Bewegung erleichternd, die Fläche ſich dergeſtalt innerhalb des Kaſtens bewegen ließ, daß dieſer ſie auf allen Seiten umſchloß. Auf ſolche Weiſe ließ ſich nun die Fläche dem Kaſtenboden weit mehr nähern, und da man zugleich (bei der Einrichtung ohne Waſſer) die Luftentweichung zu den Seiten durch hölzerne Leiſten mäßigte, welche, an den Unterkaſten angebracht, mittelſt gegen ſie andrückender Stahlfedern ſtets gegen die Wände des Oberkaſtens genau anſchließend gerichtet erſchienen, und außerdem noch das ſehr nachtheilige Zurücktreten von mehr oder weniger Gluthkohlentheilchen begleiteter Luft durch die Düſe (während des Aufziehens) in den

Windkaſten durch ein zweites Ventil verhütete, während ein erſtes Ventil, angebracht im Unterkaſten, das Eindringen der Außenluft in dieſen Kaſten zuließ, hingegen deren Wiederaustritt in dieſer Richtung hinderte und denſelben lediglich durch das Düſenventil geſtattete, ſo war hiemit ſo ziemlich erreicht, was zur Vervollkommnung der hölzernen Bälge Erfahrung und Nachdenken als nothwendig anerkannt hatten. Nur die Ununterbrochenheit des Düſen-Luftſtroms vermochte ein in ſolcher Weiſe verbeſſerter hölzerner Balg nicht zu gewähren; man brachte daher deren zwei, und zwar (in neueren Zeiten) ſo an, daß ſie mittelſt Windleitungen abwechſelnd die Luft in eine und dieſelbe Düſe führten, indem man den einen dieſer Bälge aufzog, in derſelben Zeit, in welcher der andere niederging. Nach Maßgabe der Geſtalt des Kaſtens nannte man dann dergleichen vervollkommnete Bälge Kaſtengebläſe, oder Cylinder- oder Tonnengebläſe, und fertigte ſie ſtatt aus Holz, größerer Dauerbarkeit wegen auch aus Stein oder Eiſen. Das Baderiſche Gebläſe iſt auch ein Cylindergebläſe, nur daß hier Kaſten und (Waſſer-) Gegenfläche beweglich ſind, indem ſich der Kaſten über dem Waſſerſpiegel bewegt, dieſer ſich aber beſtändig ändert. Die ledernen Balgengebläſe, wie ſie für größere Oefen oder Herde, Schmiedeeſſen und dergl. im Gebrauche ſind, ſtellen eine Verbindung von biegſamen lohgarem Leder mit ſteifen hölzernen Wänden dar, welche leztere, von einander entfernt, die Lederwände ausdehnen, während ihre gegenſeitige Wiederannäherung die Lederwände zuſammenfaltet; im erſtern Falle alſo mittelſt eines Klappenventils die Außenluft eintreten läßt, im leztern hingegen ſie zuſammenpreßt und alſo gepreßt gegen das nach dem Ofen hin ſich öffnende Düſenventil treibt. Nur als Doppelbälge gewähren ſie Ununterbrochenheit des Luftſtroms. Dieſe beſtehen aus zwei einfachen Bälgen, die ſich entweder neben einander befinden, und dann in ihren Bewegungen gleichzeitig entgegengeſezte Richtungen verfolgen, während ſie in eine und dieſelbe Windleitung oder Düſe den gepreßten Luftſtrom treiben, oder über einander, wie ſolches bei den gewöhnlichen Schmiedebälgen der Fall iſt. Im leztern Fall bildet den Boden des obern Balges und den Deckel des untern eine mittlere, unbewegliche Wand, und bewegt durch die Hände- oder Maſchinenkraft wird nur der untere, während der obere, mit ſchweren Gewichten belaſtet, die Zuſammendrückung der ihm zugeführten Luft bewirkt. Nur der untere Balg dient nämlich zum Einfangen der Außenluft, mittelſt eines Ventils, das ſich öffnet, ſobald der Boden dieſes Balges niedergelaſſen wird, und ſich ſchließt, wenn man ihn aufwärts gegen den Deckel drückt, welcher leztere zugleich den Boden des obern Balges darſtellt. Die durch die leztere Bewegung verdichtete Luft findet mittelſt eines zweiten, inneren Ventils einen Ausweg nur in den obern Balg, deſſen belaſteter Deckel ſie auf's Neue der Preſſung unterwirft und ſie mit geringerer oder größerer Geſchwindigkeit durch das Düſenventil, oder

wenn dieſes abgeht, unmittelbar in die Düſe treibt. Die Belaſtung des obern Balges muß mit der mittlern Luftpreſſung im Verhältniß ſtehen; zu ſtark, würde ſie die Entfaltung und Ausdehnung des oberen Balges hindern und damit die Oeffnung des Innenventils zu ſehr beſchränken; zu ſchwach, würde ſie zu großen Windverluſt und zu wenig beſchleunigte Windſtrömung zur Folge haben. Indeſſen iſt der ſchädliche Raum bei Anwendung von ledernen Balgen gemeinhin, wenn ſie nicht ſehr groß ſind (wo ſie aber ſehr koſtbar werden), beträchtlicher als jener der verbeſſerten hölzernen; ihre Dauerbarkeit dürfte übrigens nur gewinnen, wenn man die Lederwände innen und außen mit (die Haltb.rkeit des Leders beträchtlich erhöhenden) Kautſchuck-Firniß tränkte, der gegenwärtig nichts weniger als hoch im Preiſe ſteht und wahrſcheinlich das häufige, koſtſpielige und zeitraubende Einſchmieren des Leders mit Fett, um es biegſam zu erhalten und gegen Verderbniß zu ſchützen, unnöthig machen dürfte. — Für Schmiedeeſſen, Wärmefeuer u. dergl. wendet man lederne Doppelbalge ſchon darum gerne an, weil ſie ſich bequem aufſtellen und leicht in Gang bringen laſſen, und auſſerdem auch zur Erzeugung mäßiger Schweißhitzen Wind genug geben; bei Hohöfen und Friſchfeuern hingegen genügt ihre Wirkung nicht, und ſtehen ſie in jeder Hinſicht den hölzernen Doppelbälgen nach. Eine weſentliche Verbeſſerung erfuhren dieſe in neuern Zeiten durch die Erfindung der beweglichen Kolben. Statt nämlich den Oberkaſten um den flacheren Unterkaſten (an welchem erſterer mit einem Ende befeſtigt war) drehend zu bewegen, kam man, wie bereits angedeutet worden, auf den erſprießlichen Gedanken: den eigentlichen Balgekaſten unbeweglich und von dem zweiten flacheren Kaſten durchaus unabhängig zu machen, dieſen aber in jenen hineinzuſchieben, wodurch allein ein allſeitiges genaueres Anſchließen der Kanten des Unterkaſtens gegen den Oberkaſten zu bewirken ſtand, wobei dann, da die Bewegung vollkommen ſenkrecht vor ſich ging, weder Schleifung noch ungleiche Druckſtärke auf der einen wie auf der andern Seite einzutreten vermochte, und außerdem die Reibung in den übrigen an einander beweglichen Theilen des Balges (namentlich im Schloß des ſog. Balgenkopfes, d. i. des Feſtigungsſtückes für den hölzernen Boden und Deckel, der zugleich durch ein Loch der gepreßten Luft den Ausweg zur Düſe geſtattet) faſt gänzlich vermieden werden konnte. Was bei der gewöhnlichern Einrichtung der Unterkaſten zu gewähren beſtimmt iſt, leiſtet hier der Kolben, als eine in dem Oberkaſten bewegte, und nur durch die Art der Bewegung von dem Unterkaſten verſchiedene Fläche, der ebenfalls wie jener das Klappenventil zum Einlaſſen der Außenluft enthält, während das Ventil zum Auslaſſen der gepreßten Luft ſich oben in dem Deckel des unbeweglichen Blaſekaſtens befindet, und entweder ebenfalls klappen- oder ſtatt deſſen auch kegelförmig geſtaltet iſt. Die Kaſten ſelbſt aber, in denen die Auf- und Niederbewegung der Kolben

vor ſich geht, erhalten, wie ſchon erwähnt, die Benennungen Kaſten, Tonnen oder Cylinder, je nachdem ſie eckig oder rund geformt erſcheinen. Leztere beide unterſcheiden ſich aber eigentlich nur durch den Stoff, aus dem ſie beſtehen, indem die hölzernen runden Tonnen-, die eiſernen runden Cylindergebläſe genannt zu werden pflegen; die Kaſten beſtehen aus hölzernen, in einander gefugten Bohlen, oder auch, wie z. B. bei Namur, aus Marmor; in Rußland füttert man die hölzernen Kaſten mit Gußeiſenplatten. Um das Ausfließen der Luft durch die Zwiſchenräume zu verhüten, füllt man alle, zwiſchen den Seitenkanten des Kolbens und den Kaſtenwänden befindliche, genau mit Holz, oder beſſer (wie bei den eiſernen Cylindergebläſen) mit Leder und Wolle aus, und nennt dieſe Ausfüllungen die Liederungen. In gehörig glatt ausgebohrten Gußeiſen-Cylindern läßt ſich die Liederung am vollſtändigſten herſtellen. Iſt der Boden derſelben (und eben ſo auch bei den Kaſten) nach oben gerichtet, wo dann der (wie der Stempel einer Luftpumpe) mit ſeiner Liederung der Innenfläche des Hohlcylinders (oder Kaſtens) genau ſich anſchließende Kolben beim Aufziehen die Luft aus dem Cylinder (oder Kaſten) preßt, ſo nennt man das Gebläſe ein hängendes, iſt er hingegen nach unten gekehrt (ſo daß der Kolben die Luft beim Niedergange austreibt), ein ſtehendes. Die Bewegung der Kolben erfolgt, wie bei den Balgen, entweder durch ſog. Wellfüße (in Epicykloiden-Form) oder mittelſt gezähnter Stangen, oder durch Krummzapfenbewegung (ſ. w. u.) und bei ſtehenden Gebläſen findet ſich zugleich eine Vorrichtung angebracht, um den niedergedrückten Kolben wieder emporzuheben. Dieſe Vorrichtung iſt bei der Krummzapfen-Bewegung durch dieſe Bewegung ſelbſt gegeben, bei den übrigen Bewegungen beſteht ſie in der Wirkung von Gegengewichten, welche mit dem Kolben durch einen Hebel in Verbindung ſtehen. Bei den hängenden Gebläſen fällt der Kolben durch ſein eigenes Gewicht wieder herunter. — Auch dieſe Kolbengebläſe, die auch einfache Kaſten- oder Cylindergebläſe genannt werden, hat man mit großem Vortheil in Doppelgebläſe verwandelt, ſo daß ſie ſowohl beim Auf- als Niedergange verdichtete Luft auspreſſen, während ſie, verglichen mit den einfachen, durch Verkleinerung der Cylinder und Vereinfachung der Bewegungs-Vorrichtungen, ſich beſonders empfehlen. Die Bewegung des Kolbens wird hier übrigens entweder durch Krummzapfen oder durch einen mit einer doppelt wirkenden Dampfmaſchine verbundenen Hebel hervorgebracht. — Jemehr verdichtet die Luft der Gebläſe in die Oefen gelangt, um ſo vollſtändiger wird ſie die Verbrennung der Kohlen bewirken, und gegen die Gebläſeluft gerichteter Druck, kann in dieſer Hinſicht, jedoch nie vollkommen, erſetzen, was die Erhitzung des Windes (ſ. oben S. 348) zu Wege zu bringen im Stande iſt; in Rußland, zumal in den Hütten des Ural, arbeitet der Gebläſewind unter einem mehr oder minder ſtarkem Drucke, und

erſpart ſo ebenfalls Brennſtoff. Die Verbindung beider Gebläſearten, nämlich des gleichzeitigen ſtarken Druckes mit der Erhitzung des Windes iſt, Berthier zufolge, unvortheilhaft und nicht wohl anwendbar. Die erforderliche Größe der Luftpreſſung vor der Erhitzung oder die Wind-Geſchwindigkeits-Erhöhung, richtet ſich nach der Beſchaffenheit des Brennſtoffes, und läßt ſich durch die Höhe von Waſſerſäulen meſſen, welche ſolcher gepreßten Luft das Gleichgewicht halten. Bei ſehr leichten (tannenen oder fichtenen) Kohlen pflegt man eine Windpreſſung von 1 — 1½ Fuß Waſſerſäulenhöhe, bei dichteren Kohlen ähnlicher Abſtammung eine von 1½—2 Fuß, bei noch härteren Kiefer- oder Laubholzkohlen eine von 2—3 Fuß, bei weichen, leicht verbrennlichen Röſt-Steinkohlen dagegen eine von 4 — 6, und bei harten, ſchwerverbrennlichen eine von 6 — 8 Fuß nöthig zu erachten; vergl. Roebuck in Gilbert's Ann. IX. 54 ff. Noch wirkſamer aber dürfte die Benutzung der heißen Gebläſeluft ausfallen, wenn man ihr Waſſerdampf beimiſchte, weil, worauf Ritter zuerſt aufmerkſam machte (deſſen Bemerkung über die Mitwirkung des Waſſerdampfes in der Klipſtein'ſchen Waſſermaſchine, in Scherer's Journ. I. 436) in geringen Mengen beigegebener, oder beſſer: für ſich als dünnſter Strahl die glühende Kohle treffender Waſſerdampf durch dieſelbe zerſezt wird, und während er mit ſeinem Oxyg-n die Kohle verbrennt, zugleich Hydrogengas zur Verbrennung durch das atmoſpäriſche Oxygen entläßt (oben S. 355), ohne, in Folge ſeiner Wärmefaſſung, eine Wäreminderung und Kühlung bewirken zu können, die, würde er nicht zerſezt, nothwendig nur kühlend und damit Verbrennung mindernd wirken könnte; was auch wirklich der Fall iſt, wenn der Dampf in unverhältlich großer Menge zu den Kohlen einwehet. Ueber das Verfahren, die Ausſtrömungs-Geſchwindigkeit eines Gebläſe mit Genauigkeit zu beſtimmen, vergl. m. Grundz. II. 197 ff. — — Weſentlich verſchieden von denen im Vorhergehenden beſchriebenen Gebläſen iſt das Waſſer-Trommel- oder Trompeten-Gebläſe, in welchem durch das Herabfallen von Waſſer durch meiſtens oben trichterförmige, ſenkrechte Waſſerleitungen oder ſog. Lutten, in einen mit zwei Oeffnungen verſehenen, ſonſt aber luftdicht verſchloſſenen Kaſten oder Trommeln, die Luft deſſelben verdichtet und durch eine der Oeffnungen als Wind ausgetrieben wird, während die andere Oeffnung zum Abfließen des Waſſers dient. Dabei iſt die Einrichtung alſo getroffen, daß das Waſſer aus einem ſog. Reſervoir oben in die Lutten ſtets nachfließt, während beſondere, in dieſen Lutten zugleich befindliche Vorrichtungen neue Außenluft in den Kaſten treiben, die dadurch vermehrt wird, daß das Waſſer die ihm phyſiſch beigemiſchte Luft größtentheils entläßt, indem das in den Kaſten herabfallende Waſſer dort, in Form eines Strahles aufſchlagend, dieſe Luft gleichſam auspreßt. In den Lutten ſelbſt wird die Luft theils mechaniſch durch den Stoß des einſtürzenden Waſſers, theils kraft der Adhäſion des Waſſers zu der Luft, mit in die Trommel her-

untergeriſſen; je höher hiebei das Waſſer fällt, bevor es die meiſtens trichterförmige Luttenöffnung erreicht, um ſo mehr Luft wird durch das Waſſer in den Kaſten gefördert; das Wieviel? dieſer Luftzuführung zu beſtimmen, unterliegt nicht geringen Schwierigrigkeiten. Vergl. Venturi in Gilbert's Ann. III. 130 und Gilbert ebendaſelbſt XXVIII. 388. — Multiplicirt man die gefundene Secundengeſchwindigkeit der den Gebläſen entſtrömenden Luft mit dem quadratiſchen Inhalt der Düſenöffnung, ſo gibt dieſes den Cubikinhalt der in einer Secunde ausgetriebenen Luft; vergl. auch Koch's Verſuche und Erläuterungen über die Geſchwindigkeit und Quantität der Luft, welche aus Oeffnungen von verſchiedener Conſtruction und durch Röhren ausſtrömt. Göttingen, 1824. 8. — Als Flußmittel dient bei dei Hohofenarbeit der Kalkſtein, d. i. natürliches Calcitcarbonat oder kohlenſaurer Kalk. In Schottland ſezt man davon ſoviel zu, daß dieſer Zuſatz ⅙ des Erzes beträgt. Die dortigen Hohöfen ähneln im Ganzen genommen den unſern; ſie bieten nämlich inwendig einen doppeltkegelförmigen Hohlraum dar, ſo, als wenn ſie aus zwei ſehr großen, runden Schmelztiegeln dadurch zuſammengeſezt worden wären, daß man den einen, mit ſeinem Mündungsrande, auf den Mündungsrand des andern geſtürzt hätte. Der hohle Boden des Ofens hat an der einen Seite ein Loch zur Aufnahme der Gebläsdüſe, an der andern, dem erſtern gegenüber, ein zweites zur Ablaſſung des gefloſſenen Metalles, das aber bis zu dieſem Zeitpunkte mit Thon verſchloſſen bleibt *). Zuvörderſt erhizt man den Ofen mit etwas Holz, bedeckt dieſes dann, ſobald es vollkommen flammt, mit Kohlen, und glühen auch dieſe vollkommen, ſo trägt man nun, abwechſelnd und locker geſchichtet, Erz und todte Kohlen auf, ſo lange, bis der Ofen davon nahe voll iſt. Während deſſen hatte man ſchon den wenige Zolle über dem Boden gerichteten Gebläſewind ſpielen laſſen, der dann auch, da alles Geſchichtete locker und dem Winde zugänglich iſt, die Flamme ſehr bald in dem ganzen Ofen umtreibt und ſich verbreiten macht. In Folge der hiedurch erzeugten und fortdauernd geſteigerten großen Hitze wird nun das Eiſenoxyd des Erzes nicht nur metalliſch hergeſtellt, ſondern auch, wie bereits oben S. 355 erwähnt worden, das hergeſtellte Metall, und ebenſo auch gleichzeitig: die aus den Erden des Erzes, der Aſche und aus dem Kalke gebildete Schlacke durchgängig in Fluß gebracht; wobei dann das gewichtigere Metall ſich zu Boden ſenkt, die es gegen Wiederverbrennung ſchützende, mittelſt des Kalkes zum Theil auch reinigend wirkende Schlacke hingegen deſſen Oberfläche bedeckt. Hat ſich in ſolcher Weiſe Roheiſen genug geſammelt, ſo öffnet man das zuvor erwähnte zweite Loch, indem man den Thon mittelſt des Zapfeiſens ausſtößt; das Metall fließt nun ab und die

*) Von den gewöhnlichen Feuerherden verſchieden ſind jene, auf, oder vielmehr in welchen Stabeiſen unmittelbar aus ſeinen Erzen geſchieden wird. Sie ſtellen nämlich

Schlacke folgt ihm nach. Reinigend wirkt bei der Schmelzung der *Kalk*, weil er den größten Theil der feſten Säuren, die Silic- und die Alumſäure (Kieſelerde und Thonerde) des Erzes und der Aſche anzieht und bindet, und eben dadurch von dem Eiſen entfernt (und ſo zugleich die Reduction des größten Theils dieſer Säuren verhütet, die außerdem leicht erfolgt, weil hier die Anziehung des Eiſens zum Silic und Alum gerade ſo die Reduction dieſer Metalle begünſtigt, wie ſolches die Anziehung des Platin zum Blei im Bleioxyde bewirkt; oben S. 360 ff.), und weil er auch jene flüchtigen Säuren einſaugt, die *Schweflichtſäure* und die *Phosphorichtſäure* (ſchweflichte und phosphorichte Säure), die erſt während der Ausſchmelzung des Erzes dadurch entſtanden waren, daß *ein Theil* des Schwefels, oder, falls in dem Erze (wie ſolches bei den ſog. Sumpferzen ſtattzufinden pflegt) Phosphor zugegen war, *ein Theil* dieſes Phosphors auf Koſten des Oxygen der Gebläsluft verbrannte; wiewohl der Kalk bei dieſer Wirkungsweiſe in Abſicht auf Feuer-Erſparung nur wenig zu leiſten vermag, da die von ihm eingeſogene Schweflicht- und Phosphoricht-Säure, durch die Anziehung des Carbon und des Hydrogen des noch nicht brennenden Flammentheils zu dem Oxygen der Säuren, zum Theil wieder reducirt werden und ſo Calcin-Sulphurid und Calcin-Phosphorid (Schwefel- und Phosphor-Calcium) bilden, die mittelſt eines Theils des übrigen Kalkes in die Schlackenbildung mit eingehen, ſo daß alſo, indem der Kalk die Wiederherſtellung eines Theiles des Schwefels und Phosphors auf Koſten der Kohle nicht zu verhüten vermag, dieſe zu dieſen Reductionen auch theilweiſe verbraucht wird. Ueberdies iſt es nur der kleinſte Theil des Schwefels oder des Phosphors, der auf ſolche Weiſe dem ſich bildenden Roheiſen entzogen wird; zur Entfernung des übrigen größern Antheils dieſer und ähnlicher ſchädlicher Beimiſchungen bedarf es kräftigerer Reinigungs-

---

Feuergruben dar, denen mittelſt einer Formöffnung Gebläſewind zugeleitet wird, während ſie überdeckende Feuereſſen den Abzug der ſonſt feuergefährlichen Funken regeln; denn es ſind dergleichen Feuergruben oder Herde (von den Hüttenleuten *Renn-* oder *Luppenherde*, *Renn-* oder *Luppenfeuer* genannt), um die Arbeiter gegen üble Witterung zu ſchützen, in bedachten Gebäuden oder *Hütten* aufgeführt. Von den Luppenheerden im Allgemeinen wenig abweichend ſind die *Friſch-* oder *Verfriſchungs-* oder *Zerrenn-*Herde, oder *Friſchfeuer*, in denen Roheiſen verfriſcht, d. i. entkohlt wird. Die auf ſolchem Wege zu Stande gekommenen Friſch- oder Stabeiſenmaſſen ſind in der Glühhitze jedes Eindrucks fähig, den äußere Gewalt ihnen zu ertheilen ſtrebt, dieſe aber wird in Abſicht auf Richtung, wie auf Stärke, verſchieden wirken, je nachdem die Eiſenmaſſen durch Rennarbeit oder durch Roheiſenfriſchung aus ihren Erzen gewonnen worden. Solche Verſchiedenheiten der Eiſengewinnungsweiſen und der dabei einwirkenden Auſſengewalten ſind es, denen die Maſſen ihre Formungen oder Außengeſtaltungen verdanken. Solche Eiſenmaſſen bezeichnet nun der Hüttenmann, altem Sprachgebrauche folgend, durch zum Theil ſehr fremdartig klingende Worte, nämlich durch *Deule*, *Luppen*, *Friſchſtücke*, *Stücke*, *Wolf* u. ſ. w.

mittel *). — Mit der Kohle bei dieſer Arbeit nicht zu ſparen, fand man ſtets unerläßlich. Das alſo gewonnene Roheiſen iſt **grau**, zeigt jedoch glänzende ſchwarze Facetten (kleine Seitenflächen) und eine in Abſicht auf Weiche dem Talke ähnelnde Beimengung (Graphit).

*) Z. B. der hiezu von Böhm und Dr. Schafhäutl in Anwendung gebrachte (oben S. 351 Anm.), die ſie in folgenden Verhältniſſen und in nachbezeichneter Weiſe zur Anwendung bringen. In einem Puddelofen (engl. Puddling Furnace, d. h. Rührofen; alſo benannt, weil das in ihm von Graphit zu befreiende, d. i. zu verfriſchende Roheiſen, während der den Eintritt der ſogen. Gaare und dieſe ſelbſt begleitenden Entwickelung von vielen Carbonſäuregaſes, ſtark umgerührt wird; theils um die Erzeugung dieſes Gaſes aus dem Carbon des Graphit und dem Oxygen der zugeführten Luft zu befördern, theils um das, durch das Aufſchwellen der Gasblaſen mögliche, zu ſtarke Aufſteigen der flüſſigen Schlacke zu verhüten) werden $^{30}/_{8}$ (= $3^{3}/_{4}$) Centner Roheiſen, ſammt einer hinreichenden Menge (mittelſt des Oxygen ihres Eiſenoxydgehaltes auf das Carbon des Roheiſengraphits verbrennend wirkender) Schlacke geſchmolzen und dann, nachdem die Schornſteinklappe des Ofens gerade nur ſoweit geſenkt worden, daß die Flamme klar und rein über den Spiegel des fließenden Metalles hinzieht, 3—5 Minuten nach dieſer Klappenſenkung, in dem Momente, da die gefloſſene Metallmaſſe wieder einige Zähigkeit zu gewinnen beginnt, mit dem Eiſenreinigungsmittel, beſtehend aus einem höchſt innigen, höchſt trockenen und kurz vor dem Eintragen mäßig erhizten Gemenge auf's feinſte gepulverten Braunſteins ($^{14}/_{8}$ Pfund), zuvor abgekniſterten Kochſalzes ($^{30}/_{8}$ Pfund) und $^{5}/_{8}$ Pfd. wohl gewaſchenen, geſchlemmten und getrockneten Häfner- oder Töpfer-Thons, in zwölf nach einander folgenden Meng-Antheilen (Portionen), deren jede $^{1}/_{2}$ Pfund beträgt, bedeckt. Man trägt dieſe Meng-Antheile mittelſt einer walzenförmigen Schaufel durch die Arbeitsöffnung des Ofens auf das Metall, und vermengt ſie unmittelbar darauf mittelſt kräftiger Umrührung und Durcharbeitung mit der ſtabeiſernen Rührkrücke auf's tüchtigſte und ſchnellſte mit der ganzen Metallmaſſe, und bemerkt dann ſchon nach Eintragung des vierten Meng-Antheils heftige Gasentwickelung und dadurch entſtehendes Aufſchäumen und unter Blähen erfolgendes Aufſteigen. In dieſer Zeit beginnt das Eiſen ſich von den übrigen es begleitenden und im Ofen es berührenden Materien zu ſcheiden; man ſieht dann über dem fließenden Eiſen die Flammen, die bei einer Höhe von 5—6 Zoll gegen ihre Spitzen hin ſchön hellblau glänzen, ſich ſchnell wechſelnd erneuern und wiederum verſchwinden, bis ſie endlich, ſobald die Wirkung des eingerührten Reinigungspulvers ihrem Ende ſich nähert, mehr und mehr abnehmen. Nicht ſelten wird dabei die Maſſe ſchnell dick. In dieſem Falle muß man ſogleich eine und ſelbſt zwei Mengenantheile von Reinigungspulver nachtragen, wodurch dann die Maſſe ſogleich wieder ihre vorige Dünnflüſſigkeit erlangt. Das ſicherſte Zeichen hinreichenden Reinigungszuſatzes beſteht in der Andauer der blauen Flammen, bis zu der Zeit, in der ſich das Eiſen in Ballen geſtalten läßt. Es iſt die Aufgabe des Arbeiters, während der ganzen Dauer des Reinigungs-Herganges die Flammen ſtets in gleicher Anzahl, gleicher Stärke und gleichem Glanze zu erhalten. — Die Zeit, die der ganze Hergang vom Eintragen des erſten bis zum lezten Mengenantheils auszudauern hat, umfaßt, wenn ſonſt mit gehöriger Aufmerkſamkeit gearbeitet wurde, beiläufig eine halbe Stunde; richtige Anwendung bezeugt der Umſtand, daß die Maſſe, nachdem der lezte und vorlezte Mengenantheil eingetragen worden, ſich in einem trocknen, gewiſſermaßen ſandartigen Zuſtande befindet; wird dieſe Beſchaffenheit **früher** wahrgenommen, ſo beweiſet dieſes: daß der Ofen zu ſchnell arbeitet, oder daß die Klappe (oder der Schieber) zu weit herabgeſenkt wurde. Außer dem Bemerkten fordern B. u. S., zur Erzielung eines guten und gleichmäßigen Eiſens, daß es während ſeiner Darſtellung mit den Brechſtangen beſtändig ſtark, gleichmäßig und ſchnell durchgearbeitet werde. Nach dem Eintragen der lezten Meng-Antheile des Reinigungspulvers, und nachdem die Eiſen-

Es iſt weicher und leichter zu ſchmieden, als weißes Roheiſen, das mit geringerem Feueraufwande dargeſtellt worden. Der Raum, den der Feuerungsſtoff im Ofen einnimmt, iſt im Verhältniß zum Erzraume ſehr groß, weßhalb denn auch in ſolchem Ofen in einem Tage weniger Eiſen gewonnen werden kann, als wenn man die Menge des Brennſtoffes in geringerem Verhältniß verwendet hätte, und daher denn auch dieſe Sorte ſchottiſchen Roheiſens weit höher im Preiſe ſteht, als jene weiße. In den ſchottiſchen Hohöfen erfordert der Eiſenſtein (Eiſenerz) das 3 — 4fache ſeines Gewichtes an weichen Steinkohlen, und jede Tonne Eiſen heiſcht zu ihrer Darſtellung 672,000 engl. Cubikfuß atmoſphär. Luft. Carbonreichere Kohlenarten heiſchen jedoch beträchtlich weniger; auch iſt der Luftbedarf im Sommer weit größer, als im Winter. Da das graue Roheiſen zäher und weniger zerbrechlich iſt, als das weiße (deſſen Härte es der Feile wie dem Bohrer widerſtehen läßt und das, zumal wenn es ſehr kleine glänzende Facetten darbietet, keine plötzliche Temperatur-Veränderung erträgt ohne zu reiſſen oder zu berſten) und jenes graue, welches ein faſt geglättetes körniges Gewebe zeigt, zugleich einen ſehr hohen Grad von Zuſammenhalt (Feſtigkeit oder Cohärenz) beſizt, ſo benuzt man es vorzugsweiſe zum Artilleriegebrauch, während das weiße, und noch viel weniger das gefleckte (unter allen Sorten das wenigſt zähe) zu dergleichen Verwendungen untauglich iſt. Zu Schiffsankern aber und ähnlichen, große Feſtigkeit und Zä-

---

maſſe noch 2—3 Minuten lang aufgebrochen und gewendet worden, wird der Ofen entleert und das gereinigte Eiſen wie gewöhnlich in Stabeiſen verkehrt. Beabſichtigt man die Darſtellung eines härteren, zur Umwandelung in Stahl beſtimmten Eiſens, ſo ſezt man 3 oder 4 Schaufeln von jenen Schlacken zu, welche beim Auswalzen des Eiſens unter dem Präparirwalzwerk abfallen, und außerdem noch 3 Schaufeln Friſchſchlacken; als Reinigungszuſchlag wird in dieſem Falle ebenfalls das ſchon erwähnte Gemenge, jedoch in demſelben nur halb ſoviel Braunſtein verwendet. Unter dieſer Abänderung erſcheint die blaue Flamme erſt nach dem Eintragen der 11ten oder 12ten Schaufel des Reinigungsgemenges, und erſt wenn dieſe zugetragen worden, beginnt die Maſſe zu backen. Noch größere Härte ertheilt man dem Eiſen, wenn man außer der gewöhnlichen Menge Hammerſchlag noch eine Schaufel Friſchſchlacken beifügt, und bereitet ſolchen Zuſatz, wie es kurz zuvor für die Gewinnung des Stahls bemerkt worden iſt. Von ſolchem Gemenge trägt man dann nach und nach, jedoch in etwas ſchnellerer Folge, als beim Eiſenreinigen bemerkt worden, 13 Schaufeln des Reinignngspulvers (zuſammen alſo 7½ Pfund deſſelben) ein, und ſezt, ſobald die Maſſe zähe und ſteif zu werden beginnt, in den gewöhnlichen Zwiſchenräumen von 1 — 1½ Minuten noch beiläufig 12 oder überhaupt ſoviel Schaufeln voll hinzu: als einzutragen nöthig iſt, um das Eiſen in dem Ofen zum Ballenformen geſchickt fertig darzuſtellen. — In Schottland hält man dafür, daß zur vollſtändigen Verfriſchung des Roheiſens die Eiſenmaſſe bis auf einen gewiſſen Grad von Hammerſchlag durchdrungen und mit demſelben innigſt gemiſcht werden müſſe. Deßhalb läßt man dort zwar durch das Zapfloch einen Theil deſſelben ab, jedoch nie allen, ſondern man behält davon für das Eiſen im Ofen ſtets ſo viel zurück, als zur vollſtändigen Friſchung des Eiſens nöthig iſt. Daß er mittelſt ſeines Oxygens friſchend, d. i. Graphit zerſtörend wirke, folgt ſchon aus den Wirkungen der Schlacke; ſ. oben S. 350 Anm.

higkeit erfordernden Metall-Werkerzeugniſſen eignet ſich kein Roh- oder Guß-, ſondern nur ſehr feſtes Stabeiſen. — Beddoes und einige franzöſiſche Chemiker ſezten den Hauptunterſchied zwiſchen Roheiſen (und ebenſo zwiſchen Gußeiſen) und Stabeiſen in einen angeblichen Eiſenoxyd-Gehalt des erſtern, den es neben Carbon, oder neben Carbon und Graphit beſitze, und der ihm durch das Carbon der Kohle (und zum Theil durch das des Graphits) mittelſt der heftigen Glühung entzogen werde; ſpätere Unterſuchungen haben indeſſen dieſer Anſicht keineswegs das Wort geredet. Wenn nun aber auch einerſeits dieſe Anſicht in Beziehung auf das eigentliche Gußeiſen, d. i. auf das durch den weiterhin beſchriebenen Verfriſchungshergang vervollkommnete Roheiſen, keinesweges erwieſen, ſondern vielmehr durch neuere hieher gehörige Unterſuchungen als nicht glaublich begründet zurückgewieſen worden, ſo ſcheinen ihr dagegen andererſeits, oder vielmehr einem ihr ähnlichen Dafürhalten, die auffallenden Abweichungen mancher, zumal ſchottiſcher, Roheiſenarten das Wort zu reden; wie denn z. B. dergleichen Roheiſen, unter Carbonſäure-Entbindung, mittelſt heftiger Glühung unter Luftabhaltung, in Rohſtahl und Stahl übergeht. — Die mit Steinkohlenfeuerung bedienten Flammöfen (ſ. w. u.) zum Verfriſchen des Roheiſens unterſcheiden ſich übrigens von jenen, welche man zum Roheiſen-Schmelzen zu benutzen pflegt, hauptſächlich durch einen geringern Zug (bewirkt durch eine mehr niedere, etwa 24 Fuß hohe Eſſe), dann aber auch durch die geringere Neigung ihres Herdes, der faſt horizontal liegt und nur auf jenem Ende, welches vom Roſte am weiteſten fernt, geringe Neigung bemerken läßt, um dadurch das Abfließen der Schlacken zu erleichtern. Die Feuerbrücke ſelbſt iſt nur ungefähr 4 Zoll hoch und dient nur, den Andrang der etwa durch den Roſt eindringenden kalten Luft beim Einſchmelzen des Roheiſens zu verhindern.

ii) Der Graf J. v. Sternberg ſtellte vor 42—43 Jahren verſchiedene Verſuche über die Temperatur und die vortheilhafteſte Beſchickung der Hohöfen an. Erſtere beſtimmte er mittelſt gewöhnlicher Merkur-Thermometer, indem er mehrere derſelben in eine, eine paſſende Rinne darbietende Eiſenſtange der Länge nach legte, das eine Ende dieſer horizontal gerichteten Stange in das fließende Eiſen, das andere in die Außenluft reichen ließ; zur Zeit, da das erſtere Ende in Fluß kam, war die Temperatur eines flüſſigen in freier Luft hängenden, vom Ofen am meiſten fernenden Thermometers 12° R., die des darauf folgenden erſten der Stange 59°, jene des zweiten 98° und ſo fort, ſo daß der Temperaturunterſchied je zweier Thermometer 39° betrug; da nun in die Stange 20 dergleichen Thermometer gelegt worden waren, ſo hätte ein dem Feuer nächſtes Thermometer, wenn es ſo weit hätte graduirt werden können, 20mal 39 nebſt 12°, mithin 792° alſo 92° mehr zeigen müſſen, als die damals zu 700° R. geſchäzte Eiſenſchmelz-Temperatur an-

genommen worden war; vergl. oben S. 356 Anm. Zur Beſchickung fand er auf 54,000 Pfund Erz 23,400 Pfund Kohlen am erſprießlichſten; man erhielt daraus mittelſt eines Gebläſes, das in einer Minute 16 Luftſtöße durch die Form trieb, 17,725 beſten Gußeiſens. (Neuere Abh. der königl. böhmiſchen Geſellſch. d. Wiſſenſch. Prag 1795. gr. 4. II. B. 3te Abth.) Daß Beſchaffenheit der Kohlen und des Erzes, Innengeſtalt des Ofens, Dichte und Wärme der Gebläſeluft dieſes Verhältniß mehr oder weniger abzuändern vermögen, folgt aus dem Vorhergehenden. — Uebrigens ſtellt man aus den Eiſenerzen entweder, wie erwähnt worden, zuvörderſt nur Roheiſen dar, das man darauf mittelſt Friſchung (Verfriſchung oder Friſcharbeit, d. i. Entkohlung) in Stabeiſen wandelt, oder man trifft die Einrichtung ſo, daß man lezteres durch einen und denſelben Feuerungshergang, genannt die Rennarbeit, aus den Erzen darſtellt, wobei man ſich entweder niederer Oefen oder ſtatt derſelben der Heerde bedient, in oder auf welchen dann das Eiſen aus ſeinen Erzen hergeſtellt und unmittelbar darauf aber der verdichteten atmoſphäriſchen Luft (dem Winde) ausgeſezt wird: damit dieſe, bei wiederholter Bearbeitung des Eiſens vor demſelben, die Verſchlackung und Ausſonderung der fremdartigen Beimengungen des Erzes möglichſt befördere. Das Erz kommt dabei eigentlich gar nicht zur vollſtändigen Ausſchmelzung, ſondern nur zur Ausſaigerung, was die Schlackenſonderung erleichtert. Die Verfriſchung bezweckt hauptſächlich: Entfernung des bei der Herſtellung ſtatt des Oxygen mit dem Eiſen chemiſch vereinten Carbon oder Kohlenſtoffs und ſonſtiger nachtheiliger Beimengungen aus dem Roheiſen, und wird am zweckmäßigſten bewirkt in Flammöfen, d. h. Oefen, in denen nicht, wie bei den Schachtöfen, Brennſtoffe und Erze ſich berühren, ſondern wo für erſtere ein beſonderer Feuerraum oder Roſt ſich findet, während lezteres auf dem Herde des Ofens verbreitet iſt *). Indeſſen fällt das in Flammöfen gefriſchte Eiſen gemeinhin nicht viel reiner aus, als das im Herde gefriſchte; ja lezteres iſt in manchen Fällen beſſer, als erſteres. Auch hat man, obgleich mit beträchtlichem Verluſte an Zeit, Eiſen und Kohlen, in Herden nicht ſelten ſehr ſechlechtes Roheiſen, und ebenſo kaltbrüchiges und rothbrüchiges Stabeiſen in gutes tadelfreies Stabeiſen verwandelt, durch wiederholtes theilweiſes Verbrennen und Wiederherſtellen; indem man durch die wiederholten Oxydationen die fremdartigen brennbaren Verunreinigungen zur völligen oder doch nahe vollkommenen Ausſcheidung brachte. Jemehr das bereits hergeſtellte Eiſen von dem ihm bei der Herſtellung zugekommenen Carbon befreiet wird, um ſo mehr zieht es ſich während dieſer Entkohlung zuſammen

*) Statt des Herdes kann das Erz auch in beſondern Gefäßen der Flamme des Roſtes ausgeſezt werden, wie ſolches bei den Reverberir- und den Tiegelöfen der Fall iſt.

(was dann die fernere Ausſcheidung des noch übrigen Kohle-Antheils fortdauernd erleichtert) und um ſo ſtrengflüſſiger wird es. Wahrſcheinlich iſt es der durch die Hitze und durch die Berührung ſchlechterer Wärmeleiter (nämlich der Schlacken) erregte ſogenante laterale (d. i. nicht der Länge nach, ſondern ſenkrecht auf der Längenrichtung gegenziehende oder polare) Thermo-Magnetismus, aus dem jene mit der eintretenden Reinheit des Eiſens ſich ſteigernde Zuſammenziehung und damit der Uebergang des Roheiſens in Stabeiſen hervorgeht. Hämmern und Preſſung unterſtützen zweifelsohne dieſe Erregung nach demſelben Geſetze, nach dem ſie überhaupt im Eiſen gewöhnlichen (Längen-) Magnetismus zu erwecken vermögen, und wirken daher nicht blos (Kohle und deren nicht eiſenartige Begleiter) auspreſſend, ſondern auch phyſiſch ausſcheidend. Die mechaniſche Zuſammendrückung der gewonnenen Eiſenmaſſen erzwingt man nämlich entweder mittelſt großer Hämmer (Eiſenhämmer) oder durch zwei ſtarke Walzen, welche die Maſſe zwiſchen ſich faſſen und ihr mit der Verdichtung zugleich eine beſtimmte Geſtalt ertheilen *). Uebrigens fallen beim Verfriſchen des Roheiſens verſchiedene Nebenerzeugniſſe ab, als da ſind die Rohſchlacke, rohe Friſchſchlacke, gaare Schlacke, der Schwahl und der Hammerſchlag; man benutzt ſie theils bei ſpäteren Einſchmelzungen, theils bei neuern Friſchungen, falls ihr Eiſengehalt ſolche Benutzungen rathſam macht. Die Rohſchlacke verwendet man jedoch, wenn ſie ganz roh iſt, nicht in dieſer Weiſe, ſondern hie und da, ſo lange ſie heiß iſt, als Erhitzungsmittel für Waſſer u. dergl. **) Ueberſtehende Schlacken hindern übrigens die

---

*) Große Maſſen läßt man im weißglühenden Zuſtande unter dem Hammer durch das Setzeiſen in mehrere Stücke, genannt Kolben, zertheilen (zerſchroten), deren jedes groß genug iſt, um daraus Stabeiſenſtäbe von geforderter Länge, Breite und Dicke, mittelſt weiterer Ausſchmiedung oder Auswalzung, erzielen zu können.

**) Die Rohſchlacken ſind etwas eiſenhaltige, mehr oder weniger verglaſete Oxyde von Erdmetallen, erdigen Laugmetallen und wenig Erzmetallen (Eiſen und gewöhnlich auch Mangan). Gefloſſen erſcheinen ſie dunkelroth, erſtarrt ſchwarzgrau und metalliſch glänzend; ſie erſtarren ſchnell, ſind löcherig und mäßig ſchwer. Sie entſtehen vorzüglich beim Einſchmelzen, fließen im Heerde ſehr dünn, verhindern das Friſchen des von ihnen überdeckten Eiſens, falls ſie in großer Menge zugegen, werden von dem Eiſen, ihrer Leichtigkeit wegen, in die Höhe geſchoben und müſſen daher in dem höhern Herdtheil aus deſſen Schlackenloche abgelaſſen werden. Der Gebläſewind treibt ſie nach dem ſog. Rohaufbrechen nicht ſelten in großer Menge, in Form ſchnell erſtarrender, kleiner rother oder blauer Sternchen aus dem Feuer hervor. Mit ihr kommt faſt ganz überein die Luppenſchlacke. Die rohe Friſchſchlacke iſt eine an Eiſen reichere Rohſchlacke; man verſchmilzt ſie daher Behufs der Ausſcheidung ihres Eiſengehaltes theils in Hohöfen, theils bearbeitet man ſie zu gleichem Zwecke in Schlackenherden. Vom Winde getrieben, bildet ſie bläulich-weiße Sternchen. Niedrige Herde ſind zur Herſtellung ihres Eiſens wenig geeignet, weil ſie zu ſchnell fließt und einmal gänzlich verglaſetes Eiſenoxyd ſich ſchwer reduciren läßt; beſſer dienen dazu Blauöfen, und zwar die ſog. Sinteröfen, am beſten die

Wiederverbrennung des hergeſtellten Eiſens; weßhalb man auch, wenn man Eiſenabgänge aller Art ſammt ſogenannten altem oder Brucheiſen (was in größern Städten, z. B. in London, in ſehr beträchtlichen Mengen abfällt und daher mit Vortheil wieder gut gemacht, d. h. wieder in zuſammenhängendes Stabeiſen, entweder mittelſt Herd- oder Flammöfen-Feuer, verwandelt wird *), neu zuſammenſchweißt, oder ſtatt deſſen bei heftigſtem Feuer umſchmilzt, Roheiſen aufzuſchütten pflegt, um ſo gegen Oxygenandrang ſchützende Schlacken (ſammt neuem Stabeiſen) zu gewinnen. — Je geſchwinder der Hammer geht, d. h. jemehr Schläge er innerhalb gewiſſer Zeit ertheilt, um ſo ſchneller erfolgt die Stäbung des Eiſens, um ſo länger vermag der Schmied die zu bildenden Stäbe ohne Hitzerneuerung auszurecken, um ſo geringer ſind Zeit- und Kohlenverbrauch, und um ſo weniger Hammerſchlag fällt ab.

kk) Das Roheiſen iſt in mannichfaltigen Abſtufungen entweder grau oder weiß, oder gefleckt (getiegert oder in der Hüttenmannsſprache halbirt); im leztern Falle iſt es ein Gemenge der beiden Roheiſenarten. Jede dieſer Arten bietet in ihren ver-

---

Hohöfen. Die gaare Schlacke oder Gaarſchlacke iſt an Eiſen reicher, wie die vorhergehenden, zieht ſich daher im Feuer ganz herunter und muß tief abgelaſſen werden, falls ſie ſich in ſolcher Menge angehäuft hat, daß ſie der weitern Friſchung des Eiſens zum Hinderniſſe gereicht; ſie fließt dann langſam und mit lichtweißer Farbe ab, erſtarrt langſamer als die Rohſchlacke, iſt dann eiſengrau, ſchimmernd, metallartig glänzend und ſchwer, und zeigt dabei nicht eine gefloſſene Oberfläche gleich der Rohſchlacke, ſondern allerlei Geſtalten. Vom Winde getrieben, zeigt ſie ſich in Form ſilberweißer Sternchen (ſog. Zünder). Sie enthält 80 Proc. Eiſen und darüber, und dient daher als trefflichſter Zuſchlag zu dem beim Rohgange dem Einſchmelzen ſich nähernden Friſcheiſen. Je weniger vollkommen ſie verglaſet waren, um ſo eher entlaſſen ſie hiebei ihren Eiſengehalt. — Unter Schwahl verſteht man die im Herde zurückgebliebene gaare Schlacke, die beim Herausbrechen des Deuls von demſelben abgeſtoßen werden muß; er fördert, beim Einſchmelzen zugeſezt, das Gaaren des Eiſens noch mehr als die Gaarſchlacke. Der Hammerſchlag endlich, der beim Zängen des Deuls und Ausſchmieden der Stäbe auf dem Hammerſtocke (in der Regel in verhältlich nicht ſehr bedeutender Menge, wiewohl beim Zängen nicht ſelten große Stücke oder Brocken abfallen) durch unvollkommene Oxydation und Halbverglaſung hervorgeht, kommt weſentlich mit dem Schmiedeſinter oder Glühſpan der Kleinſchmiede überein. Plötzlich der Roheiſen-Schmelzhitze ausgeſezt, fließt er zum ſchwarzen Glaſe, genannt ſchwarze Hammerſchlacke, Friſch- oder Eiſenſchlacke.

*) Eine einzige Londoner Anlage der Art ſezt nicht weniger als fünf Walzwerke in Thätigkeit; erwägt man, daß der Eiſenabfall der Kleinſchmiede und der Abgang an altem Eiſen für ganze Länder noch weit beträchtlicher ausfallen muß, ſo wird man meinen Vorſchlag: altes Eiſen im ganzen Lande zu ſammeln, um es Behufs der Anlegung von Eiſenbahnen wieder zu gut zu machen, nicht unbeachtenswerth finden (ſ. m. „Zur Polytechnologie unſerer Zeit" S. 14), und zwar um ſo mehr, da das auf ſolchem Wege gewonnene Stabeiſen, zumal wenn man, wie bei der Gußſtahlbereitung, die Eiſenſtücke zuvor gehörig ſortirte, das gewöhnliche Stabeiſen in der Regel an Härte und Feſtigkeit im hohen Grade übertrifft.

ſchiedenen Abſtufungen nicht nur denſelben entſprechenden metalliſchen Eigenglanz und eigenen Farbenton, ſondern auch eigene Dichte, Härte, Sprödigkeit, Feſtigkeit, Wärme- und Elektricitäts-Leitung und Erregung, und ebenſo auch eigene Haftbarkeit (Anhaftung oder Adhäſion) und eigenen Grad der Verbrennlichkeit dar, und Aehnliches gilt auch von den Abſtufungen des reinen, lichtgrauen, und des mehr oder weniger rohſtahlartigen, graulichweißlichen Stabeiſens, die beſonders auch durch die Ungleichheit ihrer Federhärte (Springkraft oder Elaſticität) und Geſchmeidigkeit ſich von einander verſchieden zeigen. Wird reines Stabeiſen ohne alle Zuſätze und nur mit einer glaſigen Maſſe bedeckt, im verſchloſſenen Tiegel bei heftigſtem Feuer geſchmolzen, ſo verliert es keine ſeiner Eigenſchaften, iſt ſtreckbar und federhart wie zuvor, und weder ſtahl- noch roheiſenartig. Im grauen Roheiſen findet ſich das Eiſen ſtets mit Graphit innigſt phyſiſch verbunden *), im weißen dieſer ganz, und ſtatt deſſelben iſt, wie im Stahl (ob. S. 351 Anm.), Carbon als chemiſcher Mitbeſtandtheil zugegen, und weißes Roheiſen, Stahl und ſtahlartiges Stabeiſen ſind, in Abſicht auf Carbongehalt und abgeſehen von anderweiten Beimiſchungen, nur der Menge nach von einander verſchieden; bei einem Carbongehalt von 0,83 bis 2 Proc. iſt der zackige Bruch dünn ausgereckter, und der geſondert körnige dicker Stücke, und ebenſo der eigenthümlich lebhafte Glanz des Stabeiſens, ſowie deſſen leichte Magnetiſirbarkeit **) verſchwunden, und ſtatt derſelben der ungeſondert feinſt-

*) Nämlich Atom-Graphit mit Atom-Eiſen (ohne chemiſche Vereinigung zu Einem Atom oder ſog. Doppelatom) phyſiſch verbunden, während im gefleckten oder halbirten Gußeiſen Partikeln ſowohl vom grauen Gußeiſen, als vom Graphit mit weißem Gußeiſen gemengt erſcheinen. — Jener Graphit, welcher bei Erzeugung des Roheiſens im Großen entſteht, wird von den Hüttenleuten Gaarſchaum, Eiſenſchaum oder auch Eiſenſchwärze genannt; er iſt weſentlich von dem im ältern Gebirge eingemengt, ſowie auf Gängen und Adern, Lagern und Neſtern, in manchen Kohlengebilden und älterem Trapp und Trapptuff, ſelten im Sandſtein vorkommenden ſogenannten natürlichen Graphit nicht verſchieden, und eben ſo wenig von jenem auf naſſem Wege, aus Eiſengeräthen, die lange Zeit in carbonſäurereichem Waſſer gelegen, entſtandenen; es enthalten nämlich alle dieſe ſog. natürlichen und künſtlichen Graphite Carbon und Eiſen im unkryſtalliniſchen Zuſtande atomweiſe phyſiſch verbunden; ſ. weiter unten. Die Benennung Graphit entſtammt dem griechiſchen Worte γράφω, grapho, ich ſchreibe; daher auch die deutſche Nebenbenennung Reiß- (oder Schreib-) Blei. — Vielleicht zeigt eine ſpätere Chemie, daß das Eiſen in Carbon und Silic zu zerfallen vermag? Vergl. m. Beiträge (Frankfurt und Heidelberg 1806. 8.) S. 169.

**) Der Magnetſtein oder ſogenannte natürliche Magnet, ein Eiſenoxyd von etwa 80 Proc. Metallgehalt, ſoll, wie Werner angibt, ſeinen Magnetismus erſt auf der Halde ertheilt erhalten, mithin, wenn er dem erregenden Einfluſſe nicht nur der Erde ſelbſt (denn dieſer wirkte auf ihn auch, da er noch, dem Licht- und Luftwärmewechſel entzogen, in den Tiefen der Erde weilte), ſondern vielmehr dem Licht- und beſonders dem Luftwärmewechſel, ſowie jenem der Luftelektricität längere Zeit hindurch ausgeſezt geweſen war, welcher leztere, in Verbindung mit erſterem und mit dem zugleich mehr oder weniger begün-

körnige Bruch und vollkommene, aber nicht lebhafte Metallglanz, ſowie die minder leichte Magnetiſirbarkeit des Stahls eingetreten, während (Mushet zufolge) noch größerer Carbongehalt, geſteigert bis zu 4 Proc., das weiße Roheiſen mit ſeinem blättrigen Gefüge, vermehrt bis zu 5 Proc., das halbirte unvollkommen körnig-muſchlichen Bruch darbietende, und erhöhet bis zu 6 und 7 Proc. das mehr oder weniger dunkelgraue, in ſeinen hellen Abſtufungen dichte und faſt vollkommen ebene Bruchflächen gewährende, in den dunkleren hingegen das vieleckig-körniges Gefüge zeigende graue Roheiſen hervorgehen macht. Wird Stahl anhaltender Schweißhitze, unter durch einer Schlackendecke vermittelten Abhaltung der Luft, ausgeſezt, ſo verändert er ſich ebenfalls nicht, läßt man aber hiebei, ſtatt der Glasdecke, eine Decke von Kohlenſtaub auf den Stahl einwirken, ſo wird er, nach langem Weißglühen, mürbe, leicht zerbrechlich, unſtreckbar und unſchweißbar, jedoch ohne ſein körniges Gefüge zu verlieren, und ſtellt endlich, wenn die Steigerung der Hitze ihn in Fluß gebracht hat, eine dem Roheiſen vollkommen gleichende Maſſe dar; Stahl wird übrigens weit eher weißglühend, als Stabeiſen, und dieſes eher, als graues Roheiſen (ob. S. 376). Wenn daher Stabeiſen, bei gänzlicher Luftabhaltung in bedeckten Tiegeln, mit Kohle zum wirklichen Fluß gebracht wird, ſo geht es entweder in Stahl oder in weißes Roheiſen (ob auch in graues? fragt ſich) über. Das weiße Roheiſen bietet indeſſen ebenfalls,

---

ſtigten Oxydationsprozeſſe, zu der Erweckung des Magnetismus weſentlich beizutragen ſcheinen. Reinſtes Stabeiſen erhält ihn übrigens ſchon lediglich durch eine ihm längere Zeit hindurch ertheilte ſchiefe, oder beſſer, ſenkrechte Stellung, in Folge der erregenden (oder wie die ältere Phyſik ſprach: der vertheilenden) Einwirkung des ununterbrochen ſich erneuenden, und wie es den Anſchein hat, nur in den oberen Erdſchichten oder ſogenannten Erdrinde heimiſchen (m. Hdb. der Meteorologie II. 2. S. 287 ff.) Magnetismus der Erde, und wird durch ähnliche Einwirkung jedes andern ſchon beſtehenden Magnets ebenfalls magnetiſch, aber, Vollmer zufolge, nur ſo lange, als es ſolchem Erreger ſich gegenüber befindet, eine Wahrnehmung, welche in der frühern des Torelli de Narci in ſofern ihre Beſtätigung findet, als, dieſem Beobachter gemäß, ein lediglich in Folge ſeiner Stellung magnetiſirtes, reinſtes Stabeiſen ſeinen Magnetismus ſofort verliert, wenn es gegen die magnetiſche Axe der erregenden Magnetnadel (oder auch der Erde ſelbſt) horizontal, mithin ſenkrecht gegen die Richtung jener Axe gelegt wird. Stahlartiges Stabeiſen erlangt dagegen unter gleichen Bedingungen ſchon einen mehr dauernden Magnetismus, und noch mehr iſt dieſes der Fall beim Stahle ſelbſt, der auf bemerkten Wegen zwar langſam, aber ſtets mehr oder weniger dauernd magnetiſch wird. Jedes ſog. gehärtete Stabeiſen iſt aber oberflächlich mehr oder weniger ſtahlartig, und unter den Stahlen ſelbſt iſt, wie Vollmer (in der Verſammlung der Naturforſcher zu Stuttgart, Herbſt 1834) zeigte, der engliſche jener, welcher am meiſten magnetiſch zu werden vermag; dieſem Stahle folgen in dieſer Eigenſchaft, mit abnehmendem Vermögen nach einander: der von Brescia, jener aus dem Würtembergiſchen, dann der ſog. Markhardsſtahl, der Sonnenſtahl und der ſteieriſche oder Steiermärkerſtahl; lezterer ſoll, unter gleichen äußern Bedingungen, kaum halb ſo viel Tragkraft erlangen, als der engliſche. Die meiſte Tragkraft erlangt der ſog. Markhards-Stahl.

nach Maßgabe der Temperatur bei welcher es hervorgegangen, und jener fremdartigen Beimiſchungen, welche ihm vom Eiſenerze ſelbſt oder auch von den Kohlen zugekommen, ſtatt des ſtraligblättrigen ein kleinſplittriges Gefüge dar, und geht von dieſem in dichten und muſchlichen Bruch über, indem es zugleich ſtatt der weißen eine mehr graue Farbe zeigt. Umſchmelzung des grauen Roheiſens (in eiſernen Formen) gewährt das in England unter der Benennung Feineiſen (fine metall) bekannte Gußeiſen. Tiefe und weite Herde und vieler, aber nicht zu ſtarker Wind, ſind die hiebei nöthigen Erforderniſſe; jemehr ſtralig und licht die Bruchfläche des Feineiſens, um ſo vollkommener iſt es. — Hatte man in England, durch wachſenden Holzmangel gezwungen, ſchon früher zur Feuerung der Hohöfen der Röſtſteinkohlen ſich bedient (vergl. oben S. 357), ſo war es derſelbe Grund, der ſpäterhin auch nöthigte, die Verfriſchung des Roheiſens mit Steinkohlen zu betreiben. Anfänglich bediente man ſich hiezu der gewöhnlichen Friſchherde, brachte dann aber das auf ſolchen Herden mit gaaren Zuſchlägen eingeſchmolzene und durchgebrochene Roheiſen, gehörig zerſtückelt, in ovale Kapſeln oder Tiegel von Thon, deren jede gegen 5/8 — 3/4 Centner Stampfeiſen faßte, und erhitzte dieſe auf dem horizontalen Herde eines mit Steinkohlen geheizten Flammenofens bis zur heftigſten Schweißhitze, erhielt ſie in dieſer Hitze einige Zeit hindurch, nahm ſie hierauf heraus und brachte das alſo behandelte Stampfeiſen ſofort unter den Hammer, wo es ſich dann ſehr wohl ausſchweißen und zu Kolben ausſchmieden ließ. Allein dieſe Friſchungsweiſe, wie gutes Stabeiſen ſie auch gewährte, war jedoch dadurch viel zu koſtbar, daß eine jede ſolcher Verfriſchungen ſtets einen Tiegel koſtete, in wiſſenſchaftlicher Hinſicht übrigens darum beachtenswerth, weil die Entfernung des im Roheiſen vorhandenen Carbon nicht durch Verbrennen deſſelben in dem Oxygen der zuſtrömenden atmoſphäriſchen Luft, ſondern in jenem des Zuſchlages geſchieht, indem deſſen Eiſenoxyd den zur Verbrennung des Kohlenſtoffs erforderlichen Sauerſtoff darbietet. In Schottland verfriſchte man ſonſt das Roheiſen, indem man 200 bis 300 Centner deſſelben auf einmal in einem hohlen Herd zum Glühen brachte; mit brennenden Kohlen überdeckt und in einem Bette von Kohlen und Aſche lagernd, erhizte man es dann ſo lange, bis es vollkommen floß. Man erhielt es nun in dieſer gerade zum Schmelzen hinreichenden Hitze einige Zeit hindurch, während man den Wind des Gebläſes durch die Kohlen ſo leitete, daß er auf die Oberfläche des gefloſſenen Eiſens zu wirken vermochte. Im Jahr 1787 gelang es Cort und Parnell in England, was man bis dahin kaum für möglich gehalten hatte, das Roheiſen auf Flammofen-Herden zu verfriſchen, und von dieſer Zeit an gelang es, auf dieſem nach und nach weſentlich verbeſſerten Wege den Graphit des Roheiſens zunächſt lediglich mittelſt des Oxygen der Luft ſeines Carbons zu berauben, ohne ihm neues Carbon der Kohle zuzuführen; ein

Ergebniß, was ſonſt nur, und zwar mit Holzkohlen, in Friſchherden zu erlangen war. Verfriſchbar zeigte ſich jedoch auf dieſem neuen Wege nur das aus dem grauen Roheiſen zuvor dargeſtellte Feineiſen. Wie ſich das Eiſen während dieſer Behandlung im Flammofenherd verhält, zeigt am einfachſten Cort's Verfahren ſelbſt. Nachdem C. das Eiſen in einem Reverberirofen geſchmotzen hatte, ließ er Steinkohlenflammen von ſolcher Stärke darüber hinwegtreiben, daß es ſtets dieſelbe Hitze beibehielt. Während der ganzen Zeit wurde es mit einem Rührhacken ununterbrochen gewendet und durchrührt, ſo daß nacheinander alle ſeine Theile zur Oberfläche gelangten und es ſelbſt zulezt ſo dicht wie Grütze (wie Hirſe- u. ſ. w. Brei) ward, dabei ein wenig aufſchwoll und ſeine Oberfläche plötzlich und auf einmal, durch eine niedere darauf glimmende Flamme, ſich erhellete. Es war nun hämmerbar, wurde deßhalb jezt in zwei Maſſen zuſammengekrücket und jede derſelben mittelſt einer eiſernen Keule verdichtet, wo es dann, alſo bearbeitet, ſchwammig-löcherige, viel Schlacken und halbverglaſete Maſſen enthaltende Luppen darſtellte. Man unterwirft dieſe nun eine kurze Zeit hindurch einer verſtärkten, die Schlacken völlig ſchmelzenden Hitze, nimmt ſie, wenn dieſe fließen, heraus und bringt ſie ſogleich unter den von einem Waſſerrade oder ſtatt deſſen von einer Dampfmaſchine getriebenen großen Hammer, der zwar den größten Theil der verglaſ'ten Materien aus den Zwiſchenräumen hervortreibt und ſammt dem (gegen ⅓ betragenden) Hammerſchlag (oben S. 375) enfernt, jedoch nur, nachdem man die Metallmaſſe mehrmals und zwar ſo gewendet hat, bis ſie, wie bereits oben S. 371 ff. bemerkt worden, kurze und dicke eckſäulige (prismatiſche) oder walzige (cylindriſche) Körper darſtellt, die dann, von neuem geglühet, entweder wieder unter den Hammer gebracht oder zwiſchen ſtarken, heftigen Gegendruck gewährenden Walzen noch weiter verdichtet und entſchlackt und endlich zu Barren ausgeſchmiedet werden *). War das Roheiſen ſchlecht, ſo mußte das daraus

---

*) In den Kanonengießereien, namentlich in den engliſchen, findet man nicht ſelten Hohöfen (oder vielmehr hohe Blauöfen; oben S. 357) mit Reverberir-Oefen in Verbindung gebracht. An der Seite des erſtern angebaut, aber tiefer liegend, nimmt der Riverberirofen das erforderliche Roheiſen aus dem Hohofen auf und ſichert demſelben das Flüſſigbleiben, ſo daß man es zum größern oder kleinern Bedarf mit Kellen herausſchöpfen kann. — Die ausgebrachten Luppen oder Lumps werden nicht unter den Hammer, ſondern unter ein großes Walzwerk gebracht und hier zu halbzolldicken Platten ausgedrückt, im Waſſer ſogleich abgekühlt, hierauf wieder in Stücke zerſchlagen, dann im Blauofen (Blooming Fournace) zuſammengeſchweißt und endlich mittelſt Walz- und Schmiedewerkzeugen in die geforderte (Blech- ꝛc.) Geſtalt gebracht. — Altes Eiſen, Blechabſchnitte u. dergl. wandelt man in Stangeneiſen, indem man es durch Kinder auf einen ungefähr 10 Zoll im Durchmeſſer haltenden, und anderthalb Zoll dicken runden Boden von feuerfeſtem Thon (oder auch von Sandſtein) aufhäufen und alſo gehäuft im Rührofen oder Reverberirofen heftigſtem Feuer ausſetzen läßt; das Eiſen ſenkt ſich und wird, ſobald die

gewonnene Eiſen derſelben ganzen Behandlung wiederholt unterworfen werden, was dieſe Stabeiſen-Gewinnung (obgleich die geſammte Feuerung nur durch Steinkohlen-Flammen und durchaus ohne Verwendung der ſo theuern Holzkohlen beſtritten worden) ungemein vertheuerte *); bewährt ſich Böhm's und Schafhäutl's Roheiſen-

---

Senkung eintritt, durch Zuſammendrücken mit einem ſog. Rengel im Ofen ſelbſt völlig zuſammengeſchweißt und hierauf durch Walzen zu ſtäbigem oder rundem Eiſen geſtreckt und gepreßt. Zwölf ſolcher mit Alteiſen und Bruchеiſen belaſteten Thon- oder Sandböden, deren jeder 75 Pfund Eiſen trägt, werden in einem Reverberir-Ofen gleichzeitig erhizt, und nach Ablauf von nahe zwei Stunden fängt das Eiſen an, durch die Schweißhitze erweicht, ſich zu ſenken oder zuſammenzuſinken. Mit einer breiten und weiten, dünnen Zange hebt man es dann von dem Boden ab, beſtreut es beim Herausnehmen aus der Ofenthür mit Sand, bringt es unter einen leichten Aufwerfer und drückt es zu einer viereckigen, dritthalb Zoll dicken Platte zuſammen, und ſchweißt je zwei dergleichen Platten zu einer Luppe zuſammen.

*) Indeſſen führt Feuerung mit Holzkohlen, wie engliſche Eiſenſchmelzer wohl wiſſen, zu beſſerem Roheiſen, als jene mit Röſtſteinkohlen (Coaks). Mit lezteren bereitetes graues Gußeiſen läßt ſich weit ſchwieriger abſchrecken (gleichförmig abkühlen), als mit erſteren gewonnenes; doch wohl, weil die Flammen der Coaks minder gleichförmig hitzen, als jene guter Holzkohlen, und weil dieſe dem Eiſen weniger fremdartige Stoffe zuführen, als jene? Uebrigens bleibt das engliſche Gußeiſen ungewöhnlich lange flüſſig, was die Arbeiten in den Eiſengießereien ungemein erleichtert. — Statt der Reverberiröfen bedient man ſich neuerlich der weit wohlfeileren Cupolöfen (d. h. niedere, mit einem Gebläſe verſehene Oefen) zum Umſchmelzen oder Durchſetzen des Roheiſens, d. i. zur Umwandelung des Roheiſens in Gußeiſen, zu welchem Zwecke man es zwiſchen Kohlen ſchichtet und ſo zum Fluſſe bringt; wo dann das fertige Gußeiſen in dem tiefſten Theil des Ofens unter der Form ſich ſammelt und hier von Zeit zu Zeit abgeſtochen oder abgelaſſen wird. Man fertigt dieſe meiſtens runden, ſeltener viereckigen Oefen von ſtarkem Eiſenblech, das man zuſammennietet, gibt ihnen 10 Fuß Höhe, inwendig durchgängig gleiche, und zwar 22 bis 30 Zoll betragende Weite, und von der Sohle bis zur Gicht 7½ Fuß Höhe. Das Material des Schachtes beſteht aus feſtem Sande, der etwa eine Woche aushält, und den Wind ertheilen zwei Gebläſe, deren Düſen ſich einander gegenüber befinden. Sollen große Mengen Roheiſens durchſezt werden, ſo liegen die Düſen höher von der Sohle, wie das ſonſt der Fall iſt; gehörig angebracht und bei hinreichend ſcharfem Gebläſetrieb, vermag man in dergleichen mit Coaks gefeuerten Oefen, unter Benutzung guter Zuſchläge, binnen einer Stunde gegen 20 Centner Roheiſen umzuſchmelzen, und mittelſt Düſenerhöhung gegen 50 Centner im Ofen ſich anhäufen und im Fluß ethalten zu laſſen! — In einer andern engliſchen Eiſenhütte, wo das Erz mit Coaks geſchmolzen und das Roheiſen mit Steinkohlenflamme gefriſcht ward, wurden drei neben einander ſtehende Hohöfen, deren jeder 42′ Schachttiefe hatte und wöchentlich gemeinhin 70 bis 100 Tonnen (à 2000 Pfd.) und darüber Roheiſen lieferte (die mithin zuſammen wöchentlich gegen 6000 Centner ſolchen Eiſens gewährte), und außerdem noch drei Umſchmelz-Herde oder Oefen (Refining furnaces) durch einen einzigen 9′ Durchmeſſer und 9′ Kolbenzug darbietenden Gebläscylinder, den eine 50 Pferdekraft entwickelnde Dampfmaſchine bewegte, mit Wind verſorgt. Da dieſer Cylinder, der den Wind in einen großen eiſernen Waſſerregulator abgab, oben und unten geſchloſſen und mithin doppelt arbeitete, ſo betrug die ausgepreßte in die Oefen gelangende Luft, zu vierzehn Kolbenzügen für die Minute berechnet, 15,866 Würfelfuß. Bei den Umſchmelzöfen wurde oberhalb des Luftſtroms ein feiner Waſſerſtrahl in's Feuer geleitet, um durch das aus dem Waſſer (in Folge ſeiner durch die brennenden Kohlen bewirkten Oxygen-

Reinigung, woran kaum zu zweifeln, ſo wird auch das ſchlechteſte Roheiſen durch eine Feuerbearbeitung in gutes Stabeiſen verkehrt werden können; für Alle, welche Eiſen bereiten und Eiſen verbrauchen ein beträchtlicher Gewinn! Beſtes Stabeiſen läßt ſich kalt viel hin und herbiegen ohne zu brechen, weil es mit großer Feſtigkeit eben ſo große Zähigkeit verbindet, läßt ſich bei Rothgluth ſo gut bearbeiten, wie bei niederen oder höheren Temperaturen, läuft in der Hitze gleichförmig an und wirft ſich nicht beim Abkühlen. Geglühet gibt es viel Abbrand und gewährt eine weiche Schlacke. Es erträgt ſtarke Hitze ehe es Funken ſprüht, und dieſe ſind bei Schweißhitze vollkommen weiß, leicht und rauſchend. Nach dem Glühen abgelöſcht, behält es ſeine vorige Geſchmeidigkeit und wird nur wenig härter. Gefeilt und polirt zeigt es eine lichtgraue, und mit Scheidewaſſer (wäſſerige Azotſäure) geäzt, eine gleichförmig-ſilberweiße Farbe.

II) Höchſt wichtig iſt bei den erwähnten Eiſen- und Stahlbereitungs-Hergängen, wie überhaupt bei den meiſten, mehr oder weniger in's Große getriebenen Ofenfeuer-Verrichtungen (z. B. bei allen durch Feuer bewirkten Metall-, Thon- rc. Bearbeitungen) die Gleichförmigkeit der Feuer-Verbreitung innerhalb jener Ofenräume, in welchen die Feuerverrichtung vor ſich gehen ſoll. Wieviel hierauf ankommt, zeigt nicht nur die alltägliche Erfahrung der Kalkbrenner, der Ziegelbrenner, Häfner (Töpfer), Gipsbrenner, Tabaksthonpfeifen-, Fayence-, Wedgewood- und Steingut-, Emilian-, Porzellan- rc. Fabrikanten, ſowie jene der Meſſingbrenner (Meſſinghüttner), Gelb- und Rothgießer, Latunhüttner (Latun- d. i. Meſſingblechbereiter), Münzmetalllegirer, Glashüttner, ſondern macht insbeſondere auch anſchaulich die Fertigung guter Gußſtahle (oben S. 373); als Beiſpiel, wie man zu lezterem Zwecke verfährt, um dem Feuer die dazu erforderliche Gleichförmigkeit zu ertheilen, möge hier noch die Beſchreibung der Feuerung zur Brenn- oder Cement-Stahl-Bereitung ſtehen. Die hiezu dienlichen Oefen, wie ſie in Newcaſtle in Gebrauch ſind, haben die Form eines großen Gewölbes, das ſich oben in ein Luftloch endet. Der Boden der Oefen iſt flach und eben, unmittelbar unter der Mitte derſelben befindet ſich ein langer, gewölbter Feuerherd mit Roſten, der quer von einer Seite zur andern läuft und daher mit zwei einander gegenüber be-

---

Entziehung) entwickelte Hydrogengas dem Eiſen den Schwefel zu entziehen und es ſo zum Verfriſchen geſchickter zu machen. Das Roheiſen wurde jedesmal zu 10 Tonnen in 2 Zoll dicken Platten ab- und bis zum gänzlichen Erkalten in Waſſer gelaſſen, dann in 30 bis 40 Pfund ſchwere Stücke zerſchlagen und 2 Centner ſolcher Stücke auf einmal in den Rührofen gebracht und hier gefriſcht. Dieſer Puddelofen (ein Reverberirofen mit Flammenfeuerung) hatte einen Kamin von etwa 30' Höhe, und erlangte dadurch den erforderlichen heftigen Zug; ein Deckel ſchloß oder öffnete es, wie der Gang der Arbeit es heiſchte.

findlichen Thüren verſehen iſt, um die Kohlen oder Röſtſteinkohlen eintragen zu können. Eine Anzahl Oeffnungen gehen von dem Feuerherde nach verſchiedenen Theilen des Bodens hin und dienen dazu, die Flamme in den Ofen ſchlagen zu laſſen und ſo alle Theile gleichmäßig zu erhitzen. In dem Ofen ſelbſt ſind zwei große, lange, von gutem feuerfeſten Geſtein gefertigte Käſten aufgeſtellt, beſtimmt die in Stahl zu verwandelnden Eiſenbarren aufzunehmen. Jeder dieſer Kaſten faßt 10 — 12 Tonnen dergleichen mit Kohlenſtaub regelmäßig geſchichtete Barren, und jedes Kaſtens ganze Füllung wird vor der Erhitzung mit Sand bedeckt und nun dem andern gleichmäßig genährten Feuer Tag und Nacht hindurch ausgeſezt, und in eben ſo viel Zeit, nach beendeter Glühung, der Abkühlung überlaſſen. Sonſt waren zu 24 Tonnen Eiſen 6 Tage und Nächte ununterbrochener Glühung erforderlich. — Gußſtahl, engliſch Cast Steel, nennt man in England auch den Rohſtahl (oben S. 373), zu dem man das dazu erforderliche Roheiſen in geſchloſſenen Tiegeln ſchmilzt in Oefen, die jenen gleichen, welche man in England zur Darſtellung des Gußſtahls verwendet. — — Die bei der Gußſtahl-Fertigung (a. a. O.) in England verwendeten Schmelztiegel weichen von denen in Deutſchland gebräuchlichen ſehr ab, indem ſie ſo geſtaltet ſind, daß die in Mitten ihres Innenraums liegende Maſſe von oben und von unten, ſowie von den Seiten her gleichmäßig von der Hitze getroffen wird.

mm) Was den Betrieb, ſowohl der im Vorhergehenden beſchriebenen Oefen und übrigen Heizungs-Vorrichtungen, als beſonders auch den der (weiter unten zu beſchreibenden) Dampfmaſchinen in mehreren Gegenden Deutſchlands ſehr vertheuert, iſt die Koſtſpieligkeit der Brennſtoffe; wenn aber auch Deutſchland an Holz nach und nach merklich ärmer wird, und Steinkohlen nur in einigen Theilen deſſelben für dieſe Theile hinreichend ergiebig brechen, ſo iſt es doch dagegen ſehr reich an Torf und nicht arm an Braunkohlen, beide laſſen ſich aber, und insbeſondere der Torf, mittelſt Röſtung in treffliche Kohlen verwandeln, abgeſehen davon: daß auch ſchon der rohe Torf, zumal wenn man ihn meinen Vorſchlägen gemäß an Ort und Stelle, wo man ihn gräbt oder ſticht, der Erde friſch entnommen preßte, und ihn ſo nicht nur hinſichtlich ſeines Brennſtoffgehaltes im hohen Grade erhöhete, ſondern zugleich deſſen Austrocknung ungemein beſchleunigte und deſſen Verſendungskoſten ſehr bedeutend minderte; vergl. m. Zur Polytechnologie unſerer Zeit (Nürnberg 1836. 8.) S. 30 — 38 (Ueber Benutzung des Torfes zur Düngung der Aecker, ſowie zur Gerbung und Dauerbarkeits-Erhöhung der Fiſchernetze, Ankertaue, Segeltücher u. ſ. w. ſiehe a. a. O. S. 64 ff. u. 129). Beſſon's und Liegeon's Verſuchen zufolge gewährte eine gegebene Menge Torfkohlen keine länger anhaltende Hitze, als ebenſoviel Holzkohlen,

geſtatteten aber die Verwendung zu Stahl- und Eiſenarbeiten ſehr wohl, und wirkten faſt in 1/4 Zeit daſſelbe, was ebenſoviele Steinkohlen in der ganzen Zeit geleiſtet hatten *), und noch mehr gewinnen ſie an Heizungsausdauer, wenn ſie mit Letten oder Lehm zu feſten Ballen oder Handſtücken angeknetet und getrocknet worden ſind, bevor man ſie in den Gebrauch nimmt. Schon R. Boyle wußte die Torfkohlen nicht genug zu rühmen, und Porro, der dieſes Boerhave nacherzählt, fügt hinzu: daß ſie ebenſoviel Hitze geben, wie Steinkohlen von mittlerer Güte; womit die Verſuche eines Parmentier, Bayen, Degner, Pfeifer, Becher, Ribaucourt u. m. A. übereinſtimmen; Mém. de l'acad. des sc. de Paris, an. 1744. Ohne das von mir in Vorſchlag gebrachte, bindende Zwiſchenmittel, ohne Lehm- oder Letten-Küttung, zerſtieben ſie jedoch vor den Gebläſen in ſolchem Maaße, daß Schmiede und andere Feuerarbeiter ihre Anwendbarkeit und Nützlichkeit zu bezweifeln hinreichenden Grund hatten. Auf dem Harze und in Sachſen hat man ſie indeſſen auch ohne jenes Bindungsmittel zum Ausbringen des Eiſens und zu verſchiedenen Erzſchmelzungen mit Vortheil im Großen verwendet, wie Dietrich und v. Trebra vor mehreren Jahren berichteten, und Becher (Physica subterran. p. 952 u. 975) gab ihnen vor Holzkohlen in allen Schmelzöfen den Vorzug **). Soviel iſt gewiß, daß gute Torfkohle in allen Fällen vollkommen anwendbar erſcheint, wo es ſich zunächſt nur von Stahlſchweißhitze handelt; die Reck- und Schaufelhämmer, die Zainhämmer, Kartätſchkugelhämmer u. ſ. f. werden ſich, denen im Jahr 1797 auf der Kreuzburger Hütte in Oberſchleſien nach großem Maßſtabe durchgeführten Verſuchen zufolge, mit Vortheil durch Torfkohlfeuer betreiben laſſen. Die gewöhnlich beträchtliche Menge von Aſche, die beim Torfkohlenabbrande hinterbleibt, und die bei Behandlung der Eiſenerze in Hohöfen und auf Friſchherden allerdings nachtheilig werden könnte, ſchüzt das mittelſt Torfkohlen Behufs der Streckung, Schweißung und anderweit zu vollziehenden Bearbeitung erhizte Eiſen gegen Andrang der Luft und damit gegen das Verbrennen; denn es bildet die Aſche in der Schweißhitze eine das Eiſen ſchützende Schlackendecke oder Hülle. Verbrennt man hiebei die Torfkohle nicht frei vor der Eſſe (Düſe), ſondern umgeben von einem kleinen gemauerten Gewölbe, ſo leiſtet die Torfkohle mehr wie die beſte Holzkohle, weil ſie weit früher

---

*) Vergl. Journ. des Mines. Nr. 2. p. 45 etc.

**) Die Röſtungserzeugniſſe des Torfes ſind, wenn man ihn — nach Art der in England, dem Elſaß und andern Gegenden üblichen Verfahren — in wagerecht gelagerten gußeiſernen Hohlcylindern trocken deſtillirt, außer nützlichen Gaſen auch Ammonverbindungen; Weber erhielt aus zwei Loth holländiſchen Torfrußes 5 Quentchen Salmiak.

und ſtärker flammt, wie dieſe. Mit Lehm oder Letten beſchickte Torfkohle würde aber ſolcher Mauer-Umhüllung nicht bedürfen. Ueber Entſtehung, Vorkommen, Artung, Gehalt, Heizungs-Vermögen des (zu Siedungen, z. B. zum Salzſieden, Farbſieden, Leimſieden ꝛc. ſehr brauchbaren) Roh-Torfs, der jedoch zu Hüttenfeuern nicht wohl anwendbar iſt, ſo wie über deſſen Verkohlung und Torfkohlen-Verwendung, ſ. m. Deutſch. Gewerbsfr. I. 281 ff., 290 ff. und IV. 146.

nn) Zu Meſſungen höherer Wärme-, d. ſ. Hitzgrade, bedient man ſich, wie bereits oben S. 49 bemerkt worden, der Pyrometer (Hitz- oder Feuermeſſer), jedoch ertheilt man dieſelbe Benennung auch einer Vorrichtung, welche dazu beſtimmt iſt, nicht die Hitze zu meſſen, Behufs der Beurtheilung ihrer Stärke, ſondern der durch ſie in ſtarren Körpern bewirkten Verlängerung *) (oben S. 54. 114 und 318 **). Eigentliche Hitze-Meſſungen veranſtaltete zuerſt der

---

*) Man ſtemmt nämlich das eine Ende eines in dieſer Hinſicht zu bemeſſenden ſtarren Körpers gegen einen andern feſten (unbeweglichen) Körper an, während man das andere, freie Ende auf den kürzern Arm eines Winkelhebels (wie Taf. I. Fig. 10 eine dergleichen, ſpäterhin näher zu beſchreibenden Vorrichtung zu veranſchaulichen beſtimmt iſt; vergl. einſtweilen oben S. 343 Anm. u. m. Grundz. d. Phyſ. u. Chem. 2te Aufl. II. 78) wirken läßt, deſſen längerer Arm dann, wenn der ſtarre Körper erhizt wird, einen die Ausdehnung des ſtarren Körpers in Graden meſſenden Bogen beſchreibt.

**) In Schuhmacher's Jahrbuch für 1836 findet ſich, S. 235 daſelbſt, eine Zuſammenſtellung der nach Centeſimal-Gradtheilen in Zahlen ausgedrückten Verlängerungen mehrerer ſtarren und der Geſammt-Ausdehnungen oder Umfang-Vergrößerungen verſchiedener tropfbarer Materien, wenn dieſelben von 0° C. bis 100° C. erwärmt worden, und ihre Ausdehnung bei 0° C. gleich 1 angenommen worden war; folgende Werthe wurden hieraus, zur Ergänzung der an den oben angezogenen Stellen befindlichen Mittheilungen, entlehnt:

Platin, nach Borda, gleich	1,0008565
Pallad, nach Wollaſton, gleich	1,001000
Stahl, weicher, nach Lavoiſier und Laplace, gleich	1,001079
Stib, nach Smeaton, gleich	1,001083
Gußeiſen, nach Roy, gleich	1,001110
Stabeiſen, nach Borda, gleich	1,001167
Stahl, harter, nach Smeaton, gleich	1,001225
Eiſendrath, nach Lavoiſier, gleich	1,001235
Stahl, bei 50° C. angelaſſener, nach Lavoiſier, gleich	1,001240
Stabeiſen, nach Dulong und Petit, gleich	1,001267
Wismuth, nach Smeaton, gleich	1,001392
Gold, feinſtes, nach Lavoiſier, gleich	1,001466
— minder feines, nach Lavoiſier, gleich	1,001514
— deßgleichen, nach Lavoiſier, gleich	1,001552
Kupfer, nach Lavoiſier, gleich	1,001717
Silber, nach Lavoiſier, gleich	1,001909
— auf der Capelle abgetriebenes, gleich	1,001910
Meſſing, nach Lavoiſier, gleich	1,001878
— nach Stampfer, gleich	1,001920
Meſſingdrath, nach Smeaton, gleich	1,001933

ältere (Joſias) Wedgewood, der Verbeſſerer des engliſchen Steingut, oder vielmehr Erfinder des nach ihm benannten Steinporzellans, mit dem von ihm erfundenen Thon-Pyrometer; zu Längendehnung durch Wärme beſtimmte Pyrometer hatten bereits Muſchenbroek 1731 und Smeaton 1754 erfunden. W.'s Erfindung beruht

---

Zinn, engliſches, nach Lavoiſier, gleich	1,002173
Zink, gewalztes, nach Borda, gleich	1,003331

Kohle, nach Placid. Heinrich, gleich	1,001100
Marmor, ſchwarzer, nach Smeaton, gleich	4,000450
— weißer carar., nach Dulen und Sang, gleich . .	1,001072
Glas, weißes, nach Dulong und Petit, gleich	1,000862
— von St. Gobain, nach Lavoiſier, gleich	1,000891
Glas-Röhren, nach Lavoiſier, gleich	1,000876
— — andere Sorte, nach Lavoiſier, gleich . . .	1,000918
Flintglas, franzöſiſches, nach Lavoiſier, gleich	1,000872
— engliſches, nach Lavoiſier, gleich	1,000812

Die Volums-Vergrößerung tropfbarer Materien beſtimmt man am einfachſten dadurch, daß man die Menge des Waſſers wiegt, das aus einer bei 0° C. mit demſelben gefüllten Glasröhre herausläuft, wenn man die Röhre um höhere Grade C. erwärmt; bei tropfbarem Merkur kann man auf ähnliche Weiſe, jedoch die Röhre mit dem Merkur ſelbſt füllend, verfahren, wiewohl deſſen Ausdehnung eben ſo ſicher und noch genauer ermittelt wird in Thermometerröhren von überall gleicher Weite (alſo ohne Kugel oder ähnliche Erweiterungen). Die Glasröhre zu obigem Verſuche muß hinreichend weit und an dem einen Ende zur Spitze ausgezogen ſein, die man zweckmäßig rechtwinklig krümmt. Man ſtellt dann die Röhre, mit dem gekrümmten Ende nach unten gerichtet, in ein Gefäß mit zerſtampftem Eiſe von 0° C., füllt ſie hierauf mit reinſtem kaltem Waſſer von derſelben Temperatur, verſchließt das weite offene Ende mit einem zuvor wohl eingeriebenen, an ſeiner unteren Umfläche mit wenig Fett überzogenen Glasſtöpſel, ſo daß die Röhre, nach dieſer Verſchließung, gänzlich gefüllt erſcheint, enthebt ſie nun dem Eiſe, und taucht ſie dagegen, das Stöpſelende nach unten gerichtet, in ein Gefäß mit warmem Waſſer von bekannter Temperatur, nachdem man zuvor die äußerſte Spitze des gebogenen Endes abgebrochen und dieſes Ende in ein kleines, zuvor tarirtes Glas geleitet hat. Durch die Erwärmung wird das Waſſer in der Röhre ausgedehnt, entweicht mithin einem der Ausdehnungsgröße entſprechenden Theile nach, und dieſer gewogene Theil ſezt in den Stand, falls das Gewicht des geſammten Waſſers der Röhre und deren Cubik-Inhalt vor dem Erwärmen derſelben bekannt war, die gewonnene Ausdehnung genau zu berechnen. Hat man die ihrem Inhalte nach bekannte Röhre, wenn ſie innen mit 0° C. beſitzendem Waſſer gefüllt und auſſen vollkommen abgetrocknet worden war, bei 0° C. gewogen, ſo kann man auch nach jedesmaliger Erwärmung der Röhre dieſelbe vorſichtig abtrocknen, wieder bis zu 0° C. abkühlen und wieder wägen, um die Menge des durch's Erwärmen ausgetriebenen Waſſers mit Genauigkeit zu ermitteln; in dieſem Falle hat man die Ausdehnung des Glaſes (oben S. 54 und 60 ff.) durch das Erwärmen nicht zu berückſichtigen, weil ſie vor der neuen Wägung wieder aufgehoben worden war; im entgegengeſetzten Falle darf dieſelbe nicht unbeachtet bleiben. Sezt man den Raumumfang der tropfbaren Flüſſigkeiten bei 0° C. gleich 1, ſo iſt er für nachbenannte, wie folgende Ueberſicht nachweiſet:

Merkur, nach Dulong und Petit, gleich	1,018018
Terpentinöl, nach Dalton, gleich	1,070000
Mandelöl, nach Muncke, gleich	1,078700
Oele, fette anderer Art, nach Dalton, gleich	1,080000

auf dem Schwinden (Raumumfang: Mindern) des Thones, wenn er erhitzt wird. Sehr reine, durchaus gleichartige Thonmaſſen ziehen ſich nämlich beim Erhitzen nicht nur ſo lange ſie noch Waſſer entlaſſen, ſondern, wie W. durch Verſuche erwies, auch jenſeits dieſes Momentes, mit zunehmender Erhitzung fortdauernd gleichförmig (durch gleich viel Hitze um gleich viel des Volums) zuſammen, dadurch ebenmäßig an Dichte und Härte gewinnend (oben S. 326), zumal, wenn ſie zuvor auf's Feinſte geſchlemmt worden waren. W. bildete nun, auf dieſe Erfahrung geſtüzt, aus dergleichen reinſtem kalkfreien Thone *) ſchmale kurze Cylinder, denen er durch wohl anſchließende und genau cylindriſche Formen denſelben Umfang ertheilte, brannte ſie dann bei ſchwacher Rothgluth, um Luft und

---

Rectificirtes Steinöl (Bergöl) dehnte ſich, bis zu 50° erhizt, in Muncke's Verſuchen, um 0,052487 ſeines Volums, Azotſäure (Salpeterſäure, von 1,4405 Eigengewicht bei 12°, 5 C.) um 0,053506, Hydrochlorſäure (Salzſäure von 1,1978 bei 12°, 5) von 0° C. bis zu 40° C. erwärmt, um 0,022450 und der Aether (Schwefeläther, von 0,733 bei 12°, 5) bis zu 40° C. erwärmt, um 0,063523 ſeines 0° C.-Volums aus. Vergl. oben S. 114 Anm. — Wenn zwei ſtarre Materien von ungleicher Wärmedehnung miteinander mechaniſch verbunden werden, ſo werden ſich beider Dehnungs-Wirkungen ausgleichen. Von dieſem Wirkungs-Ergebniß macht man Gebrauch bei der Einrichtung der ſogenannten Compenſation der Uhrpendel, und der Metall-Thermometer. Zu den bekannteſten der leztern gehören das Holzmann'ſche und Brequet'ſche; erſteres beſteht aus einem bogenförmigen Doppelplättchen aus Platin und Meſſing, oder Eiſen und Meſſing, deſſen eines Ende befeſtigt iſt, während das andere, wenn es erwärmt wird, mittelſt eines Rechens, durch deſſen Zähne, den Zeiger auf einer kreisförmigen Thermometer-Scale bewegt; lezteres bewirkt die Drehung des Zeigers mittelſt eines aus Silber, Gold und Platin beſtehenden, ſchraubenförmig gewundenen Plättchens; ſ. auch w. u.

*) Der Thon wurde zuvor wohl vermengt, durch nach und nach immer feinlöchrigere Siebe getrieben, deren feinſtes, aus ſeidenem Linon gebildet, Maſchen darbot von nur $^1/_{150000}$ eines engliſchen Quadratzoll's Oeffnung. Aehnlich verfuhr W. auch mit dem Thone und den übrigen Beimengungen (Quarz, Feuerſtein u. m. a.), um dieſe erdigen Körper zur weiteren Bearbeitung gehörig vorzubereiten; ſorgfältige Schlemmung der bereits aufgeweichten Thone, ſo wie der durch wiederholtes Glühen und Ablöſchen in kaltem Waſſer mürbe gemachten und dann zerſtampften Kieſel, ſo wie andauernde Behandlung beiderlei Gemengtheile in der Präparir-Maſchine der Häfner (Töpfer) führt zu ähnlicher feinſten Zertheilung. Bei einigen Wedgewood-Sorten, z. B. beim Bamboo oder gelblichen Biscuit-Porzellan, ſcheint (von Kalk befreite Steinkohlen-Aſche Mitbeſtandtheil zu ſeyn; deßgleichen bei Baſalt-ähnelndem, hoher Politur fähigem Baſaltgut (Basaltes, das auch als Probierſtein dienen kann) bei der Terra cotta, die dem Granit, Porphyr, ägyptiſchen Kieſel ꝛc. ähnelt, hingegen nicht bei den übrigen Wedgewood-Arten: beim Biscuitgut: farblos und ſehr hart, dem Achat ähnlich (häufig zu Mörſern, Schalen, Röhren und dergl. verbraucht), von keiner Säure angreifbar, und beim White-China, das ſich ſehr ſanft anfühlt, weiß iſt, und im Uebrigen dem Baſaltgut ähnelt, daher auch, wie dieſes, am Stahle Funken gibt. — Die Thoncylinder zeigten ſich in ſolchem Maaße gleichförmig ſchwindend, daß ſie ſich bis zum Verblaſen durchaus gleichmäßig zuſammenzogen. Sie konnten glühend in Waſſer geworfen werden, ohne zu berſten, und zerriſſen auch nicht, wenn ſie annoch ungebrannt mit Waſſer getränkt und dann bis zum Glühen erhizt wurden. Eben ſo wenig änderte ihren Zuſammenhang plötzlicher Uebergang von hoher Hitze in tiefe Kälte.

Waſſer auszutreiben, und maß dann, wenn er ſie nun weiter ſtärkerer, nach Graden zu beſtimmender Hitze unterworfen hatte, mittelſt eines ſog. Mikrometer's, die Größe ihrer ſtattgehabten Schwindung. Sie verloren im ſtärkſten Ofenfeuer ein Viertel ihres Umfanges, was ſich nach ihrem Erkalten durch das Mikrometer genau meſſen ließ. Dieſes beſtand aus zwei 24 Zoll langen, nach Zollen und Zehntelzollen in 240 gleiche Raumtheile abgetheilten, ihrer Breite nach dergeſtalt an einer Kupferplatte befeſtigten Kupferplatten (Linealen), daß ſie an einem Ende um ½ Zoll, am andern nur um ¾ Zoll von einander fernten, und ſo einen Zwiſchenraum einſchloſſen, der einen langen, mit ſeinen Begrenzungen zuſammenlaufenden Canal bildete, deſſen breiteſtes Ende gerade noch eines der erwähnten Thonſtücke einließ, und auf der Scale mit 0 bezeichnet wurde, während das entgegengeſezte ſchmalſte Canal-Ende die Bezeichnung von 240 erhielt. Geſezt, dieſes bei 0 genau einpaſſende, aber nicht weiter hinauf in den Canal ſchiebbare Stück war nun durch weitere Glühung ſo zuſammengezogen worden, daß es von 0,5 Zoll bis zu 0,3 oder um ⅖ ſeines Umfangs ſich verkleinert gezeigt hatte, ſo ließ es ſich zu 240 in den Canal hineinſchieben, und, Falls es nur ⅕ ſeines Umfangs verloren hatte, bis zu 120. Der Bequemlichkeit wegen verkürzte jedoch W. dieſen Maaßſtab bis zu ¼, beließ indeſſen das Zwiſchenraum-Verhältniß beider Canal-Seiten, wie es bei der größeren Vorrichtung geweſen war, theilte aber die Seiten nicht in Zehntel-, ſondern in Zwanzigſtel-Zolle, ſo daß alſo dieſe Aenderung der Scale keine Aenderung im Wärmemaaße im Gefolge hatte. Beide Mikrometer-Lineale waren an die untere Kupferplatte, mit der erwähnten kleinen Neigung gegen einander gerichtet, feſtgeſchraubt worden, betrug der weitere Abſtand $^1/_{12}$ Zoll mehr als der engere, und drang dann das abgekühlte Thonſtück bis zum 75ſten Grad der nicht in 240, ſondern nur in 100 gleiche Theile getheilten Scale, ſo zeigte dieſes, daß der Thoncylinder durch die Hitze des durch ihn geprüften Ofens um $^{75}/_{100}$ des Zehntheils eines Zolles, d. i. um 0,075 oder ¾ eines Zehntelzolles verkleinert worden war. Um Zahlen für dieſe Scale zu erhalten, welche den thermometriſchen Scalen ſich anſchließen und mit dieſen vergleichen laſſen, wählte W. die Schmelzhitze des feinen Goldes zur Vermittelung. Dieſe Hitze als eine feſtſtehende Temperatur betrachtend, bemaß ſie W. nämlich an jener Schwindung, welche ein dieſer Hitze ausgeſezt geweſener Thoncylinder erlitten hatte, theilte dann den hiezu gehörigen Abſchnitt der Kanalwände der Vorrichtung in 32 gleiche Theile, und ſezte mithin jene Gold-Schmelzhitze gleich 32° ſeiner Scale. Nun ermittelte er, um wie viel ein Stück Silber ſich verlängere, wenn es von 50° F. bis 212° F. erhizt werde, bezeichnete dieſe Verlängerung mit 8° einer gewiſſen Silberſcale, und fand dann, daß Erhitzung des Silbers bis zu 66° dieſer Silberſcale mit 2°,25 ſeiner Thon-, d. i. der Wedgewoodſcale ° W. übereinſtimme, während 92° der Silberſcale 6°,25 W. gleichkamen, ſo daß

alſo 66° Silberſcale, 2°,25 W. und 1386° F., und mithin 1913° F., 92° Silberſcale und 61°,35 W. entſprachen, woraus den 0° W. als mit 1090 F. übereinſtimmend ſich ergaben. Hienach beſtimmte Wedgewood die Hitze nachbenannter Gegenſtände, wie folgt, nachdem er jedoch nicht 1090°, ſondern 1077° F., d. i. die bei Tage vollkommen ſichtbare Rothgluth des Stabeiſens gleich 0° W. angenommen hatte, eine Annahme, welche ſein 0° von dem frühern faſt um 1/10 Grad ſeiner ältern Scale, oder nahe 13° F. abweichen ließ.

Emaille ſchmilzt bei	6° W.	=	1857° F.
Meſſing	21	=	3827
Schwediſch Kupfer	27	=	4587
Fein Silber	28	=	4717
Spiegelglas, Satzhitze *) . . .	29	=	4847
Fein Gold . . . , ...	32	=	5237
Engliſch Steingut wird gebrannt	40	=	6277
„ „ bis	41	=	6507
Auswirkende Glasofenhitze . .	57	=	8480
Milchfarben-Steingut (Queens Ware) wird gebrannt	86	=	12257
Worceſter-Porzellan, verglaſet	94	=	13297
Eiſen ſchweißt bei	90	=	12777
„ bis	95	=	13427
Steingut, gewöhnliches (Pots de Grés), wird gebrannt bei . . .	102	=	14337
Sprimont's Porzellan zu Chelſea	105	=	14727
Derby Porzellan	112	=	15637
Flintglas-Ofen in ſtärkſter Hitze**)	114	=	15897
Bow-Porzellan	121	=	16007
Spiegelglas, in ſtärkſter Hitze . .	124	=	16807
Eiſenſchmiede in größter Hitze . .	125	=	17327
Gußeiſen ſchmilzt . . . , . . .	130	=	17977
Heſſiſche Tiegel fließen	150	=	20577
Stabeiſen-Nägel ſchmelzen, wo ſie den Tiegelboden berühren . .	154	=	21097
Brüſſel-Porzellan verglaſet nicht bei	155	=	18627
Größte Hitze eines 8 Q.-Zoll obere Mündung habenden Windofens	160	=	21871
Chineſiſches Porzellan wird weich und ſenkt ſich, jedoch ohne zu ſchmelzen oder auch nur zu verglaſen	240	=	32277

*) Nach der Schmelzung des Glaſes verminderte Hitze, ſo, daß jedoch die Maſſe noch im Fluſſe bleibt. Die Auswirkhitze iſt etwas ſtärker, als zur Verarbeitung des Glaſes erforderlich.

**) Die gewöhnliche Hitze deſſelben iſt 70° W. = 10177° F.

Dresdner Porzellan fordert etwas über 86° W., eine Miſchung von gleichen Theilen Thon und Kalk, das zu ſchmelzen Pott ein Meiſterſtück der Kunſt nannte, heiſcht 123° W. Leider waren dergleichen ächte ältere W'ſche Pyrometer ſehr bald nach deren Erfindung nicht mehr im Handel zu beziehen, da der dazu erforderliche, ſonſt in Cornwallis vorgekommene Thon gebrach, und andere Thongemiſche keinen Erſatz leiſteten *). Doch behauptete vor einiger Zeit Gazeran, daß ein Gemiſch von 34 Gewichtstheilen Thon und 43 Kieſel jenen Cornwallis'ſchen Thon Behufs der Pyrometer zu erſetzen vermöge, und wirklich werden auch ſeit einiger Zeit wiederum Wedgewood'ſche Pyrometer zu 22 fl. feil geboten, z. B. von Fr. Albert jun., Beſitzer des phyſikal. Muſeums zu Frankfurt a. M.; ich ſchlug, ehe dieſes der Fall war und an Auffindung oder künſtlicher Zuſammenſetzung eines zu jenen Pyrometern brauchbaren Thones faſt durchgängig gezweifelt ward, vor: künſtlich einen reinen, wegen Mangel an Erzmetalloxyd und Kalk bei jeder Hitzerhöhung gleichförmig und gleichmäßig ſchwindenden Porzellanthon dadurch herzuſtellen, daß man eiſenfreie Alaunlöſung durch ſog. lösliches Glas oder Kieſelfeuchtigkeit (Liquorsilicum), d. i. durch baſiſch kieſelſaures Kali (Bikali-Silicat) mittelſt Wechſelzerſetzung der wäſſrigen Löſungen beider Salze, bereite, und dieſen zu Pyrometer-Kugeln, Cylinder oder Kegelchen verwende; freilich ein theurer Stellvertreter des Cornwallis-Thon, aber doch immer noch weit wohlfeilere Pyrometer gewährend, als die in neueren Zeiten durch Mill und Daniell erfundenen Platin-Pyrometer, vorzüglich wenn man das Inſtrument nicht ohne Noth vergrößert, ſondern ſtatt der Kugeln Küchelchen zwiſchen hinreichend eng geſtellte Liniale fortſchieben läßt). Mill's Pyrometer, auch Luftpyrometer genannt, beſteht entweder aus einer hohlen Kugel oder, ſtatt derſelben, aus einem hohlen Cylinder von Platin und entläßt die darin enthaltene Luft, bei der Erhitzung, durch eine feine Platinröhre: aus der Menge der in ſolcher Weiſe vertriebenen Luft berechnet man dann die Stärke der ſtattgehabten Hitze oder Temperaturhöhe. Daniell's Pyrometer, auch Regiſter-Pyrometer benannt, beſteht aus 10 Zoll langen cylindriſchen, in einer Graphit-

*) Bei ſeinen Temperatur-Beſtimmungen wurde W. von Alchornes, weiland Münzwardein im Tower zu London, unterſtüzt. — Jaspis, Thon- und Topfſtein ſchwinden im Glühfeuer auch ziemlich gleichförmig, Granit vergrößert darin bleibend ſeine Raumgröße, Quarz und Feuerſtein erhalten ſich aber, unter gleichen Bedingungen, unverändert. Anfänglich arbeitete W. mit einer Thonmaſſe, die bei beginnender Glühhitze (wahrſcheinlich: in Folge eines kleinen Gehalts an kohlenſauren Kalk) ſich blähete, bei voller Rothgluth ſich aber wieder ſenkte; ſeine ſpäterhin verwendete Maſſe ſchwand dagegen, gleich von vorn herein, ohne alle Blähung ganz gleichförmig. Beimengungen von Kalkcarbonat laſſen ſich aber dem geſchlemmten Thone leicht durch etwas ſtark verdünnte Salzſäure, oder beſſer durch Eſſigſäure entziehen. — Ueber Probirſtein ſ. weiter oben.

röhre zu ſtellenden Platinſtangen, der aus einem dergleichen, mit einem Ende in ein Graphit-Fußgeſtell gefeſtigtem Platincylinder, deſſen entgegengeſeztes Ende, vermöge der Wärme-Dehnung, einen an einer Scale befindlichen Zeiger in Bewegung ſezt; die niederen Grade dieſes Pyrometer's werden durch Vergleichung mit Graden eines gewöhnlichen Thermometer's erhalten und der Scale aufgetragen, die höheren aber nach dieſen niederen beſtimmt. — Dieſe beiden Platin-Pyrometer ſind aber beträchtlich theurer (in der erwähnten Handlung werden ſie zu 33 und 35 fl. feil geboten) als das Wedgewood'ſche, und doch weder ſo einfach, noch ſo zuverläſſig, wie das W'ſche Pyrometer (wiewohl Guyton-Morveau — jedoch ohne hinreichenden Grund — überhaupt die Beſtimmungen verdächtigt, worauf W's. Pyrometer beruht; Annal. de Chimie XC. 113); Grund genug auf eine Vorrichtung zu ſinnen, die, während ſie Wohlfeilheit mit Einfachheit verbindet, zugleich hinreichende Genauigkeit gewährt; Anforderungen, welchen ein Pyrothermometer von folgender Einrichtung entſprechen dürfte *). In einem zwei Zoll hohen und ½

---

*) In Dingler's Politechniſchem Journale findet man die Beſchreibung eines von dem geſchickten Mechanikus F. Oechsle zu Pforzheim erfundenen, dem Breguet-ſchen Metall-Thermometer nachgebildeten, für heiß geblaſene Hohöfen brauchbaren Metall-Thermometer's, deſſen Grade nahe bis zur beginnenden Rothgluth reichen, und mithin jedenfalls die Merkur-Thermometer-Skalen beträchtlich überſteigen. Es beſteht aus einem uhrfederförmig gewundenen, aus Stahl und Meſſing durch Aufeinanderlöthung (mittelſt Silberſchlagloth) gefertigten Plättchen, das in einer Art Büchſe ſteckt, mit der es in das Windrohr eingelaſſen iſt. Das äußere Ende dieſer Feder iſt in der Büchſe befeſtigt, das innere dagegen dreht die oben mit einem Zeiger verbundene Axe, der Zeiger aber überſtreckt ein (mit dickem Spiegelglas überdeckbares und dadurch gegen Zerbrechlichkeit ſchützungsfähiges) Zifferblattt, und ſezt ſo in den Stand, die Hitzgrade wie Stunden an einem Zifferblatte abzuleſen; vergl. oben S. 587 Anm. Auf ähnliche Weiſe wie hier die ungleiche Wärmedehnung zweier Metalle benuzt iſt, um, nach Maaßgabe der Temperatur, Anſpannungen oder Streckungen der Feder, und dadurch Fortſchiebungen oder Rückbewegungen des Zeigers zu bewirken, ſo hat auch Crichton in ſeinem „ſelbſtregiſtrirenden Thermometer" oder Thermometrograph (oder Maximum- und Minimum-Thermometer) die große Wärmedehnung des Zinks und die geringe des Eiſens benuzt, um eine aus beiden Metallen, aus einem Zink- und einem Eiſenſtabe, durch Zuſammenlöthung ihrer Längenſeiten gefertigte, bei zunehmender Erwärmung ſich mehr und mehr krümmende, bei Temperatur-Minderung ſich verhältlich ſtreckende Stange als Beweger eines Hebelarms zu benutzen, an deſſen Ende ein feiner Drath gefeſtigt worden, der, um die Rolle eines Zifferblatt-Zeigers gewunden, beim Krümmen der Stange dieſe Rolle herwärts dreht, und dadurch den mit derſelben verbundenen Hauptzeiger zu ſich lenkt, während eine an der entgegengeſezten Seite der Rolle befindliche, beſonders befeſtigte Spiralfeder ihn, ſobald jener Rollenzug nachläßt, wieder zu ihrer Seite hin zurückzieht. Der Hauptzeiger treibt aber, während ſeiner Bewegung, nach beiden Seiten hin zwei, lediglich in Folge der Reibung, in jeder Lage ruhende Nebenzeiger vor ſich her, welche, mit ihren unteren Enden ſich berührend, oberwärts, nach dem Rande des Zifferblatts hin, von einander fernen und mithin einen Winkel einſchließen, wie ſolches auch von Seiten des dem Hauptzeiger nächſten Nebenzeigers in Beziehung auf den Hauptzeiger der Fall iſt; d. h. alle drei Zeiger gehen von einer gemeinſchaftlichen Grundlage aus, und je zwei der-

weiten, unten mit einem Boden verſehenen, oben offenen und am Rande tief eingefurchten, gußeiſernen, nahe bis zum Rande mit laufendem Mercur gefüllten Hohlcylinder, der in einem Fußgeſtelle von (zuvor unter flüſſigem, ſtark erhitztem Blei) verkohltem Lindenholz, oder, zweifelsohne noch zweckmäßiger: von Graphit ſenkrecht ſtehend befeſtigt worden, iſt eine in Abſicht auf Weite genau paſſende,

ſelben divergiren. Die Zahlen endlich des am äußerſten Rande des Zifferblattes befindlichen Gradbogens, ſind die einander folgenden Thermometergrade, und mithin die zu der Vorrichtung gehörige Wärmeſcale. Ließe man einen feuerfeſten Wärmeleiter, z. B. einen an einem Ende in beſtimmter Gluth erhaltenen Eiſenſtab, von dem befeſtigten Stabende dieſes Thermometrographen berührt werden, ſo würde die Stange ſelbſt dadurch eine entſprechende Temperatur-Erhöhung erleiden und mithin dienen können: auch Grade der Gluth zu meſſen und Maxima und Minima derſelben anzuzeigen. Schon vor längerer Zeit hatte Sixt ein Weingeiſt-Thermometer mit einem weiten und langen Cylinder und einer weiten Röhre verſehen, welche zweimal um den Cylinder gebogen, mit einer kleinen, zur Aufnahme von Luft und Weingeiſt beſtimmten Hohlkugel endete, während der in der Röhre vorhandene Weingeiſt durch einen Merkur-Cylinder unterbrochen war, der durch den Weingeiſt vor- und rückwärts geſchoben wurde, ſobald dieſer ſich ausdehnt, und der außerdem noch zwei kleine Stahlſtiftchen vor ſich her ſchiebt, die dann, wenn der Merkur-Cylinder wieder fortgeſchoben wird, im Weingeiſt liegen bleiben. Da nun die Enden des Merkur-Cylinders die Aeußerſten der ſtattgehabten Anwärmung, das eine Ende den tiefſten, das andere den höchſten Thermometerſtand andeuten, ſo zeigen die Stahlſtifte mit ihrer Lagerungsſtelle, an der zugehörigen Gradſcale, auch dieſe Aeußerſten in Graden an. Man nennt dieſen Thermometrographen gewöhnlich das Sixtthermometer und benuzt ihn beſonders auf der See, um die Temperatur in den Meerestiefen zu meſſen; vergl. Gilbert's Ann. II., 287, 289, v. Arnim's Bemerk. ebendaſ. Winker's Vergleichung des Sixtthermometers mit dem gewöhnlichen Thermometer a. a. O. LXVI., 109, und Klinger's Thermometer für Blinde, das zugleich als Thermometrograph dienen kann; a. a. O. LXXV., 455. (Ueber Chrichton's Metall-Thermometer ſ. ebendaſ. XVII., 317.) Vorzüglicher jedoch wie alle dieſe und ähnliche Vorrichtungen iſt Rutherford's Thermometrograph (a. a. O. S. 320). Es beſteht aus zwei genau gearbeiteten Thermometern, einem Merkur- und einem Weingeiſt-Thermometer, von denen aber erſtere über dem Merkur ein Fiſchbein-Cylinderchen, das andere im Weingeiſt ein kleines, mit einem dunkeln Knöpfchen endendes Glasröhrchen enthält. Beide Thermometer ſind in wagerecht gleichlaufender Richtung auf einer ebenfalls wagerechten Meſſingtafel dergeſtalt geſeſtigt, das die Kugel des einen nach der rechten Seite, die des anderen zur linken hinweiſet. Das Glasröhrchen des Weingeiſt-Thermometers gleitet zwar, in Folge ſeiner größeren Gewichtigkeit, bis an's Ende der Weingeiſtſäule, verläßt dieſe Säule aber nicht: weil ſie derſelben adhärirt, und wird mithin, wenn der Weingeiſt-Cylinder durch Kälte ſich verkürzt, mit zurückgezogen, bleibt aber, kraft ſeines Gewichtes, im entgegengeſezten Falle liegen, und zeigt daher, durch den Ort wo das Knöpfchen ruhet, den während der Abweſenheit des Beobachters ſtattgehabten tiefſten Thermometerſtand an. In dem andern Thermometer ſchiebt das Merkur, wenn es ſich verlängert, das Fiſchbein-Cylinderchen vor ſich her und zu ſolcher Verlängerung entſprechenden weiteſten Ferne fort, wo es dann, beim Zurückgehen des ſich durch Wiederabkühlung verkürzenden Merkur-Cylinders, da es wohl dem Glaſe etwas, dem Merkur hingegen ſo gut wie gar nicht anhaftet, liegen bleibt, und mithin den geweſenen höchſten Thermometergrad nachweiſet. Die Scale für beide Thermometer iſt eine gemeinſchaftliche; der jüngere Greiner zu Berlin verfertigt ſie aus einer in Meſſing gefaßten Glastafel, auf der die Gradabtheilung mittelſt eines Diamants eingeſchnitten iſt (was allerdings einer auf der Meſſingplatte ſelbſt einge-

an beiden Enden offene, 14 Zoll hohe Glas oder Porzellanröhre mit ihrem unteren, etwas verdünntem und matt geſchliffenem Rande eingefugt und eingekittet und hierauf bis zu 12 Zoll Höhe mit deſtillirtem Waſſer gefüllt. Zu dieſer Röhre gehören zwei in der Mitte um dritthalb Linien weit durchlöcherte, genau ſchließende Deckel, von denen der eine aus gebranntem Thon oder Porzellan, der andere aus Holz beſteht. Der porzellanene Deckel wird zuerſt

---

grabenen, oder auf Papier, das dieſer Platte feſt anliegt, aufgezeichneten Scale vorzuziehen iſt) und feſtigt ſie an den krummgebogenen Halter der Vorrichtung, durch den dieſe an den äußeren Rahm eines Fenſters feſtgeſchraubt werden kann, und ſo: die Beobachtung der Thermometerſtände durch die Fenſterſcheibe hindurch geſtattet. Zugleich hat G. die ganze Scale mittelſt eines oberhalb des Halters befindlichen Scharniers dergeſtalt beweglich gemacht, daß beide Thermometer ſtatt der wagrechten in die ſenkrechte Lage verſezt werden können, weil nur durch Herſtellung dieſer Lage in dem einen Thermometer das Glas-Cylinderchen bis zum Ende der Weingeiſtſäule, in dem anderen das Fiſchbein-Cylinderchen bis zum Merkur-Cylinder herabzugleiten vermag. Durchaus verſchieden von den bisher erwähnten Luftwärme-Beſtimmungen iſt jene, welche die Uhrthermometer für mittlere Temperatur darbieten. Bereits im Jahr 1819 fügte ich dem 508ten Paragraphen der von mir beſorgten ſechsten Auflage von Gren's Naturlehr, S. 507 daſelbſt, bei: „Auch das phyſiſche Pendel ließe ſich als Wärmemeſſer benutzen." Mehrere Jahre darauf kamen Brewſter (Edinb. Encyclopäd. Art. Atmosphaerical Clock) und Graßmann (Poggendorff's Ann. IV., 419) auf denſelben Gedanken, indem ſie vorſchlugen: Uhren mit Pendeln ohne Compenſation (d. i. mit Pendeln, bei denen der dehnende, mithin Verlängerung, und dadurch langſamere Schwingung bewirkende Einfluß der Wärme, ſo wie der kürzende nnd hiedurch die Schwingungen beſchleunigende Einfluß der Kälte nicht dadurch ausgeglichen wird: daß die Pendelſtange aus Metallen von ungleicher Wärmedehnung, alſo nach der den Metall-Thermometer zum Grunde liegenden Wirkungs-Bedingung, zuſammengeſetzt worden, wie ſolches bei den roſtförmigen, ſo wie bei den doppelblechigen Compenſationspendeln der Fall iſt; m. Grundz. II., 91, Bem. 16), oder ſtatt deſſen mit entgegengeſezter Compenſation zur Beſtimmung der mittleren Luftwärme in Anwendung bringen. Ebenſo machte neuerlich auch Beſſel (Aſtron. Nachrichten Nr. 169, S. 10) darauf aufmerkſam: daß Chronometer (oder Zeitmeſſer, Zeithalter, unter denen die Taſchenchronometer — engliſch Pocket-Chronometer — ganz die Form einer großen ſilbernen Taſchenuhr haben) wenn ſie nicht in Abſicht auf Temperatur-Einfluß ausgleichungsfähig (compenſirt) gefertigt worden, zu gleichem Zwecke benutzbar erſcheinen, wie ſolches eine hieher gehörige Erfahrung des rühmlichſt bekannten Uhrmacher Keſſel's bezeuge. Indeſſen hat erſt vor Kurzem der Kopenhagener Uhrmacher Jurgenſen den Gedanken in's Leben gerufen, und darüber an die Pariſer Akademie berichtet: Poggendorff's Ann. XXXIX., 524 ff., wo man obige Nachrichten, ſo wie die nach Paris gemachte Mittheilung vorfindet. „Die Empfindlichkeit dieſer Uhr iſt ſo groß, daß eine Veränderung von einem Grad, in der mittleren Temperatur, in dem Gange der Uhr eine Veränderung von faſt 52 Sekunden innerhalb 24 Stunden bewirkt. Bei dem Gebrauch derſelben hat man ſie nur in freier Luft aufzuhängen und zunächſt auszumitteln: bei welcher Temperatur ſie genau 86,400 Schläge in 24 Stunden machte. Der Unterſchied zwiſchen 86,400 und der wirklichen Anzahl von Schwingungen, die ſie ſpäter binnen 24 Stunden macht, dient dann, mit Hülfe einer von Jürgenſen beigegebenen Tafel, zur Berechnung der mittleren Temperatur, die innerhalb dieſes Zeitabſchnittes ſtattgefunden hat. Um den Gebrauch dieſer Uhr noch allgemeiner zu machen, beſitzt ſie auch ein Metall-Thermometer, das die jedesmalige Temperatur, und überdieß die Maxima und Minima derſelben angibt." A. a. O.

auf den oberen Rand der bereits mit Waſſer bis zu 10 Zoll Höhe gefüllten Glasröhre geſezt und dient dazu: einen zur Ermittelung der Ofenhitze beſtimmten, anderthalb Zoll langen und eine Linie dicken Platincylinder, der bis dahin — innerhalb eines kleinen Schmelztiegels — der Gluth des Ofens ausgeſezt geweſen, und der, ohne ihn dem Tiegel zu entheben, mit demſelben zur mittleren Deckel-Oeffnung (mittelſt einer paſſenden Tiegelzange) getragen worden war, durch dieſe Oeffnung in das Waſſer der Röhre hinabgleiten zu laſſen. Sobald dieſes geſchehen iſt, nimmt man den porzellanenen Deckel weg, und ſezt ſtatt ſeiner den hölzernen, genau ſchließend auf. Dieſer Deckel iſt ebenfalls in ſeiner Mitte durchlöchert, die Oeffnung iſt aber durch das oberſte, in ihn eingeküttete Ende eines 12 Zoll langen Thermometers verſchloſſen, deſſen Kugel, ſobald der Deckel aufgeſezt worden, bis nahe zu jener wagrechten Kreisebene hinabreicht, welche mit ihrem Rande den Rand des unteren, eiſernen Cylinders berührt, und die daher zwar dem Platincylinder nahe hängt, ihn jedoch nicht berührt, ſondern mindeſtens noch eine halbe Linie von ihm fernt. Die Scale dieſes Merkur-Thermometers beſteht aus der Außenfläche der Thermometerröhre eingeäzten und mit hartem, ſchwarzem Firniß (Copalfirniß mit ausgeglühetem Ruß verſezt) gefüllten kleinen wagerechten Strichen und ſenkrecht übereinander zwiſchen liegenden Punkten, von denen die erſteren mit ihrem erſten Striche 0° C., mit den übrigen Strichen aber jedesmal den Abſtand von 10° C.-Graden, die Punkte aber die einzelnen C.-Grade bedeuten. Durch das Waſſer geſehen, erſcheinen dieſe Striche und Punkte hinreichend vergrößert, um ſie genau ſehen, mit dem Stande des eingeſchloſſenen Mercurs vergleichen und zählen zu können; Zahlen in die Umfläche der Röhre zu äzen, geſtattet die Kleinheit des Röhren-Umfanges nicht. So lange das Thermometer noch nicht in das Waſſer der Vorrichtung geſenkt worden, wird es, um Beſchädigung deſſelben zu verhüten, ſammt ſeinem Deckel, von einem, oben ringförmigen, hölzernen, 15 Zoll hohen Dreifuß getragen, ſo daß es, mit ſeinem Deckel dem Ringe aufliegend, zwiſchen den Füßen des Dreifußes ſenkrecht herabhängt. — Jemehr glühend der Platincylinder iſt, um ſo mehr iſt ſeine Adhäſion zum Waſſer gemindert und um ſo weniger wird er von dem unterwegs, bei ſeinem Hinabgleiten, ihn umgebenden Waſſer gekühlt, und um ſo gleichförmiger erfolgt die Erwärmung des Waſſers von Seiten des Mercurs, in das der Platincylinder ſich geſenkt hatte. Wollte man das Thermometer gleich von vorn herein, bevor man den Platincylinder in das Waſſer hinabgleiten läßt, in das Waſſer tauchen, damit der Wechſel der Deckel unnöthig und damit die inzwiſchen eintretende Waſſerdampf-Entweichung verhütet würde, ſo könnte dieſes nicht anders geſchehen, als daß entweder oben in den das Thermometer tragenden Deckel zugleich eine bis zu 12″ zum Eiſencylinder hinabreichende, durch einen Stöpſel verſchließbare Porzellanröhre,

neben dem Thermometer in das Waſſer der Glasröhre hinabreichte, durch die man dann den glühenden Platincylinder hinabgleiten ließ, worauf dieſe Röhre ſogleich dampfdicht verſchloſſen würde, oder daß man das eiſerne Gefäß mit einem doppelten Boden verſähe, deſſen Höhlung, von der Seite her, mit einer Oeffnung verſehen, das Einſchieben des glühenden Platincylinders in den Hohlraum und die gleich darauf erfolgende Verſchließung ſolcher Seitenöffnung zuließe; bei dieſer Einrichtung könnte man dann auch das Mercur des eiſernen Cylinders ſparen. Man könnte vielleicht auch durch Meſſung der Lichtſtärke der Gluth eines Ofens, in Verbindung mit Stralwärme deſſelben, deſſen Temperatur beſtimmen; ein in gehöriger Entfernung ſchief gegen die Gluth gerichteter kleiner, metallener Hohlſpiegel, nicht größer als jener in W. Sömmerings Camera lucida (m. Grundz. II. 237), könnte dazu dienen, ein Theil des Lichts ſammt Stralwärme (d. i., miteinander wirkend, ein Theil des Feuers) auf die geſchwärzte Kugel eines Differentialthermometers fallen zu laſſen, wo dann die lichtreichſte Gluth die größte Temperatur-Erhöhung hervorbringen würde.

oo) Muffeln nennt man aus Schmelztiegel-Erde geformte, einem in der Richtung ſeiner Axe gehälfteten Hohlcylinder ähnliche, entweder nur vorn, oder zweckmäßiger auch an den übrigen Seiten, an dieſen jedoch nur durch kleine Spalten, geöffnete, mit flachem, ebenem Boden verſehene, längliche, kleine, gewölbte Oefen, die in anderen Oefen, meiſtens in ſog. Probiröfen, durch gleichmäßige und von allen Seiten gleich ſtarke Kohlen-Feuerung erhizt werden, um in ihnen, auf ihren Boden geſtellte Kupellen und ähnliche Geräthe dergeſtalt zu erhitzen, daß in dergleichen Geräthen befindliche Metallgemiſche ſchmelzen, und theilweiſe verbrennen, oder auch nur der Röſtung unterworfen erſcheinen. Das hintere Ende der Muffel ſchließt eine ebene halbkreisförmige, die untere Seite eine rechtwinkliche, durchaus ebene Platte; die vordere halbkreiſige Seite iſt ganz offen. Die Kupellen (nicht Kapellen) ſind flache, unten außerhalb ebene, innen kugelig (einen Hohlkugelſchnitt, die ſog. Spur, darſtellend) hohle, aus ausgewaſchener, nicht zu fein geſiebter Knochenaſche, minder zweckmäßig aus Aeſcherig (d. i. ausgelaugte Holzaſche) mittelſt eines metallenen kegelabſchnittförmigen, die Nonne genannten Ringes, und in denſelben paſſenden, unten kugelig gerundeten, metallenen Stempel (genannt der Mönch) geformte Schälchen, die ihren Namen der franzöſiſchen Benennung (coupes) verdanken; ſie ſind ſehr locker, löcherig (porös), um das durch ſeine Verbrennung halb verglaſete (verſchlackte) Blei und die mit demſelben verſchlackten und mit der Bleiſchlacke chemiſch verbundenen übrigen unedlen Erzmetalle, zumal das Kupfer, einzuſaugen, und ſo das dem Bleie beigegebene edlere Metall (z. B. das Silber oder Gold des Erzes) im geſchmolzenen Zuſtande frei zu machen (zu iſoliren). Wirft man nämlich in die glühende Kupelle eine (gewogene) Menge

Blei, und fügt, wenn dieſes vollkommen fließt, kupferhaltiges Silber (z. B. ein Stückchen eines zu vermünzenden Barren) hinzu, ſo kommt dieſes bei etwas, z. B. durch Oeffnen des Aſchenheerdes des Probirofens verſtärktem Feuer mit dem Blei, das ihm als Flußmittel dient, zum gemeinſamen Schmelzen, wird von demſelben durchdrungen, und giebt an daſſelbe ſeinen Kupfergehalt ab, ſobald das Blei durch den in die Muffel gerichteten Luftzug zur Oxydation gelangt; das auf dieſem Wege entſtehende, kupferoxyd- ꝛc. haltige Bleioxyd wird dann, von dem mit erhaben gekrümmter Oberfläche fließenden Silber abgleitend, als ſog. **Silberglätte** (und wenn Gold abgetrieben wurde, als ſog. **Goldglätte**) dem Silber-Rande und von hier aus den Kupellenwandungen zugeführt, die es großentheils einſaugen. In dem Augenblicke, da ſolche Befreiung des Silbers (oder Goldes) von unedlem Metalle eintritt, erſcheint die Oberfläche des Silberkorns hellglänzend und leuchtend, was man den **Blick** nennt, und unmittelbar nach dem Blicke gänzlich mit **Regenbogenfarben** bedeckt (Erfolg der in der oberſten, durchſichtigen Oberflächenſchicht des Silbers und im Entſtehen begriffenen Silberdampfes eintretenden, mit ſog. Farbenzerſtreuung — oben S. 95 ff. Anm. — verbundenen Lichtbrechung, S. 109 Anm. — platinhaltiges Gold, auch wenn es mit Silber verſezt iſt, **blickt** nicht, oder doch ſchlecht), was einen ungemein ſchönen Anblick gewährt, zumal, wenn es bei großen Silbermaſſen auf dem **Treibheerde**, d. i. einer Kupelle in ſehr vergrößertem Maaßſtabe veranſtaltet worden. Weiß man, wieviel Blei zum Abtrieb des Silbers auf der Kupelle erfordert wurde, ſo läßt ſich leicht berechnen, wieviel man im Großen, auf dem Treibheerde, zu gleichem Zwecke zu verwenden hat. Nach beendetem Blicke pflegt man die Kupellen noch einige Augenblicke in der Hitze ſtehen zu laſſen, damit die lezten Antheile Bleiglätte Zeit erhalten, ſich gänzlich in die Kupelle einzuziehen, da ſie außerdem, wenn man die Kupelle ſogleich nach dem Blicke aus der Muffel hervorzöge, den Körnern des feinen Silbers anhängen würden. (Größere Silbermaſſen pflegt man gleich nach beendetem Blick durch Waſſer abzukühlen.) Nun mäßigt man aber ſofort die Hitze und läßt die Kupellen nach und nach erkalten, damit das Silber aus der Luft kein Oxygen einſauge, daß es dann, wenn es erkaltet, durch die beim Erſtarren eintretende Selbſterhitzung, in Form von Gas (Oxygen- oder Sauerſtoffgas) entwickeln und ſo theilweiſe umherſpritzen, oder doch empor getrieben werden würde. Man nennt dieſes meiſtens in Form ſogenannter Dendriten (Bäumchen, Zweige u. dgl.) vor ſich gehende Emportreiben der mittleren Silberkorn-Maſſe das **Spratzen** deſſelben; es iſt dieſes Phänomen jedoch zum Theil Erfolg der zu ſchnellen Silber-Erſtarrung ſelbſt. Denn, ſobald dieſe Erſtarrung zu raſch eintritt, drückt die ſchon erſtarrte äußerſte Oberflächenmaſſe des Silberkorns oder Silberkuchens, ſich kryſtalliniſch nach Innen hin ausdehnend, auf den annoch flüſſigen Silberantheil, der hiedurch gepreßt,

die Oberfläche ſtellenweiſe durchbricht und in bemerkter Form emporſteigt. — Statt der erwähnten Muffeln hat man auch noch halbkugelförmige, von denen vorne ein Theil weggeſchnitten worden und die oberwärts mit einem hohlen Halſe verſehen ſind, mit dem ſie die vordere Mauer des Probirofens berühren; die Bodenplatte fehlt ihnen ganz, und nicht Kupellen, ſondern die dieſen ähnlichen, nur flacheren Teſte und Treibſcherben ſezt man unter ſie. Man fertigt ſie aus Thon, dem man, wenn er zu fett (zu reich an Thonerde) iſt, 1/6 gepulvertes Glas und Sand beimengt. Kupellen müſſen (und ebenſo auch Treibſcherben, Schmelztiegel ꝛc.) vor dem Gebrauche wenigſtens eine halbe Stunde lang für ſich in Rothgluth erhalten werden, um alles ihnen anhängende Waſſer zu verflüchtigen, weil ſie ſonſt leicht Riſſe bekommen und das fließende Blei umher ſpritzen würde, und bei Anwendung von holzaſchenen Kupellen auch, um die ihnen etwa noch beigemengt gebliebene Kohlenreſtchen zu verbrennen. Man nennt dieſes Ausglühen das Abäthmen. Bei den Schmelztiegeln trägt es zugleich zur größeren Gleichförmigkeit der inneren gegenſeitigen Fügung und Anſchließung aller Theilchen bei, und wirkt in dieſer Hinſicht ähnlich dem ſog. Kühlen (allmäligem Abkühlen) des friſch bereiteten Glaſes, Porzellans ꝛc. im geheizten Kühlofen, wodurch die geſpannte Lage der Theilchen und dadurch die Sprödigkeit des Glaſes ꝛc. gemindert wird; indem nämlich bei der Fertigung (freien Blaſung oder künſtlichen Formung) die Oberfläche des Glasgeräthes zuerſt erkaltet, ziehen die dazu gehörigen Theilchen die übrigen inneren, annoch flüſſigen Theilchen zu ſich hin und bewirken ſo nicht nur in dieſen eine ſtarke Spannung, ſondern werden auch ſelbſt, beim ſpäteren Erkalten dieſer inneren Theilchen von ihrer Lage etwas abgelenkt, was leichte Zerreißbarkeit durch Stoß, Temperaturwechſel u. ſ. w. zur Folge hat. Dieſes Kühlen reicht aber zur gänzlichen Aufhebung ſolcher Innenſpannung der Theilchen noch nicht hin, ſondern es muß noch durch mehrſtündiges Sieden im Waſſer, oder beſſer in bei höheren Temperaturen kochenden Flüſſigkeiten vervollſtändigt werden. Etwas der Art war in den Küchen längſt im Gebrauche, in Beziehung auf Porzellan, Steingut ꝛc.; ich verſuchte daſſelbe, dieſen Brauch kennend, mit Glasgefäßen aller Art und es gelang mir durch dieſes einfache Mittel, ſie gegen leichtes Zerreißen im hohen Grade ſicher zu ſtellen; ſ. m. Bemerk. in Erſch's und Gruber's Encyklopädie der Wiſſenſchaften und Künſte. Leipzig 1818. I. 29. Mehrere Jahre zuvor hatte ich von dieſem Handgriffe ſchon Gebrauch gemacht, ehe ich ihn a. a. O. mittheilte; ſpäterhin kamen Gay-Luſſac und Pleiſchl auf denſelben Gedanken. Dauerhafter wird übrigens das Glas, zumal das gemeine grüne, durch Entglaſung, bewirkt durch Glühen zwiſchen gebranntem Gips und Sand; es verliert dadurch ſeine gleichförmige innere, einem aufgequollenen Körper oder gallertähnliche Beſchaffenheit und nimmt dagegen eine faſerige oder vollkom-

men kryſtalliniſche Structur (Innen-Fügung) und damit zugleich große Härte, ſo daß es am Stahle Funken giebt, und beträchtlich erhöhete Elektricitäts- und Wärme-Leitung an; eine ausführliche Beſchreibung dieſer merkwürdigen Umänderung des Glaſes findet man in meiner Einleitung in die neuere Chemie. Halle 1814. S. 162 ff.

pp) Zu Erzſchmelzungen, bei denen es nicht auf theilweiſe Verbrennung abgeſehen iſt, bedient man ſich entweder der aus Schmelztiegel-Maſſe bereiteten, unten eng zulaufenden, in Mitten bauchig-weiten, oben eng ausgemündeten, mit ſtöpſelförmigen Deckeln leicht (nicht luftdicht) verſchließbaren Probirtuten, oder der kelchförmigen, oben weitmündigen und durch Deckel verſchließbaren Kelchtuten; leztere pflegt man auch zu Verpuffungen kleiner Metallmaſſen mit Salpeter (d. i. mit azotſaurem Kali oder Kali-azotat), d. h. zu gewaltſamen Verbrennungen auf Koſten des Oxygens der Salpeterſäure (Azotſäure) zu verwenden. Die oben S. 395 unter oo) erwähnten Probiröfen ſind entweder aus Backſteinen aufgemauert, oder aus Eiſenblech gefertigt, in beiden Fällen aber innen mit ſehr feuerfeſten, erdigen und außen zweckmäßig mit Wärme ſchlecht leitenden (z. B. graphitreichen) ſog. Beſchlägen überkleidet. Die backſteinenen, gemeinhin 2 Zoll dicke Seitenwände habenden Probiröfen, ſtellen gewöhnlich eine viereckige Säule von 13 Zoll Breite, 12 Zoll Höhe und ebenſo großer Tiefe dar, ſind oben mit einer beweglichen abgeſtumpften, einer vierſeitigen Pyramide ähnelnden, 8 Zoll hohen, oben in eine 3 Zoll inneren Durchmeſſer habenden Rauchfangröhre auslaufenden Kuppel bedeckt, die dazu dient, die obere viereckige, 6 Zoll Seitenlinie habende Ofenöffnung zu verſchließen. Eine zu einem Ofen dieſer Größe paſſende, 5 Zoll breite und 3,5 Zoll hohe Muffel faßt 16—20 Kupellen und wird durch die an der Muffel befindliche Oeffnung eingeſchoben. Der Ofen ſelbſt hat drei Haupt-Oeffnungen: eine obere, der Vorderwand der viereckigen Pyramide zugehörige, zum Eintragen der Kohlen beſtimmte, meiſt halbkreisförmige, 7 Zoll breite und 6,5 Zoll hohe, Mundloch genannte, eine mittlere, zum Arbeitsorte des Ofens und damit zur Muffel führende, 6 Zoll breite und 5 Zoll hohe, und eine untere, viereckige, 6 Zoll hohe und 4 Zoll breite, die zum Feuerheerde führt, und außerdem noch, unterhalb des Feuerheerdes eine 6 Zoll breite und 1 Zoll hohe, genannt das Aſchenloch, weil ſie zu dem Aſchenheerde oder Aſchen-Sammelorte des Ofens hinweiſet. Die durch dieſe leztere Oeffnung von außen her eindringende Luft häuft ſich im Aſchenheerde an, erhizt ſich und ſtrömt ſo als heiße Luft durch die darüber liegenden Kohlen, dieſelben mit Lebhaftigkeit verbrennend (vergl. oben). Durch eine in der hinteren Wand des Arbeitsortes angebrachte Oeffnung iſt ein Ziegelſtein, genau paſſend, eingeſchoben und mit Lehm eingekittet, von ohngefähr 4 Zoll Breite und 6 Zoll Länge, im Innern des Ofens einen etwa 3 Zoll weit hineinreichenden Vorſprung bildend und zum

Träger der Muffel dienend. Außerdem findet ſich unmittelbar unter der Muffel ein beiläufig 3 Zoll breiter, gemauerter, längs der vorderen Wand des Ofens hinlaufender Vorſprung, beſtimmt: den Probirer in den Stand zu ſetzen, die den Arbeitsort verſchließende Thüre, während der Kupellation, von der Oeffnung entfernen zu können. Außer dieſen Oeffnungen iſt noch an jeder Seitenwand des Ofens, in der Höhe der unteren Hauptöffnung, eine beliebig zu öffnende oder, Behufs der Mäßigung des Feuers, zu verſchließende, 4,5 Zoll breite und 3 Zoll hohe Nebenöffung angebracht. Der Aſchenheerd des Ofens ſtellt einen prismatiſch viereckigen Hohlkörper dar, von größerem Durchmeſſer als der des oberen Ofentheils, welcher letztere in jenen mittelſt eines Einſchnittes oder Holzes eingeſenkt zu ſein pflegt; in ihm befindet ſich ein Roſt von gebrannter Erde, viereckige Oeffnungen darbietend, deren Seitenlinie gegen ³/₄ Zoll beträgt. Der ganze Ofen iſt übrigens noch durch 4 eiſerne, ihn zuſammenhaltende, mit Schrauben und Klammern verſehene Reifen eingeſpannt. Dauerhafter jedoch als dieſe, in Frankreich bevorzugten, gemauerten Probiröfen ſind jene bei uns gebräuchlichen, aus ſtarkem, mit feuerfeſtem Thon gehörig ausgefüttertem Eiſenblech, die ſich von den beſchriebenen gemeinhin dadurch weſentlich unterſcheiden, daß ihnen der Roſt und mithin auch der Aſchenheerd, als beſonderer Ofentheil, abgeht, und dieſes iſt hauptſächlich der Grund, warum ſie keine ſo große Hitze zu entwickeln vermögen, als die gemauerten. Beſchränkt ſich indeſſen ihre Verwendung nur auf Abtreibungen in der Kupelle, ſo iſt die in ihnen entwickelungsfähige Hitze vollkommen ausreichend. — — Zum Probenehmen oder Probiren der Erze ſind die Probiröfen faſt unentbehrlich, da ſie in den Stand ſetzen, durch ſolche Prüfungen auf trocknem Wege (d. i. ohne Beihülfe näſſender Flüſſigkeit) in ſehr kurzer Zeit die Fragen nach Edelmetall-Gehalt der Erze zu beantworten, handelt es ſich aber von dergleichen Beſtimmungen bei Metallmaſſen, z. B. Zainen, Barren ꝛc., ſo verdient die Prüfung auf naſſem Wege, d. i. die durch Auflöſen in geeigneten ſauren Flüſſigkeiten und Ausſcheidungen der aufgelöſ'ten Einzelmetalle durch ſog. Fällungs- oder Niederſchlagungs-Mittel, ihrer größeren Genauigkeit, und in manchen Fällen ſelbſt auch der leichteren Ausführbarkeit wegen, den Vorzug; ſehr ausführlich und gründlich unterrichtet darüber Gay-Luſſac's vollſtändiger Unterricht über das Verfahren, Silber auf naſſem Wege zu probiren. Deutſch bearbeitet vom Profeſſor Juſtus Liebig in Gießen. Braunſchweig 1833. gr. 8. (Gay-Luſſac beſtimmt den Silber-Gehalt der Auflöſung durch Fällung mit reinem Kochſalz; der Niederſchlag beſteht aus Silber und Chlor, oder iſt Silberchlorid, oben S. 203, 208 ff., das durch Erhitzen mit Kalk, unter Entwickelung von Oxygengas des Kalks, metalliſch hergeſtellt wird, während ſein Chlor an das Calcium oder Kalkmetall übergeht und ſo das leichtflüſſige, im erwähnten Falle das gefloſſene Silber

bedeckende Calcinchlorid — a. a. O. — darſtellt; bereits im Jahr 1817 ſchlug ich den Kalk, ſtatt des ſonſt hiezu üblichen theueren Kali, zum Reductionsmittel des Silberchlorids vor; vergl. Berliner Jahrb. der Pharmac. 1817. S. 276. — Nach der auf trocknem oder naſſem Wege genommenen Probe, die bei Erzen der Bergprobirer, bei Münzmetallmaſſen der Guardein oder Wardein zu vollziehen hat, beſtimmt ſich das Verfahren der Metallſcheidung im Großen, und es iſt daher von großer Wichtigkeit, zumal wenn es Beſtimmungen koſtbarer Metallgehalte betrifft, mit größter Genauigkeit, d. i. mit wiſſenſchaftlicher Strenge zu verfahren. Solcher in neueren Zeiten in den Münzſtätten (Münzen) eingeführten Strenge zufolge, und namenlich durch das in obiger Schrift Gay-Luſſac's beſchriebene neue Prüfungs- und Scheidungs-Verfahren, wurde allein in Frankreich eine Vermehrung des Silberwerthes von 2,640,000 Franken erzielt und dem Handel und Gewerbe erhalten! Um nun aber die Ergebniſſe ſolcher chemiſchen Prüfungen, oder vielmehr Unterſuchungen, ſogleich auf die im Großen zu beachtenden Verhältniſſe und zu erzielenden Metall-Ausbeuten, ohne Zeit zerſplitternde, langwierige Berechnungen, anwenden und übertragen zu können, bedient man ſich verjüngter Gewichte, die am zweckmäßigſten in Unterabtheilungen zerfallen, wie jene größeren und großen Gewichte, welche von ihnen vertreten werden. Dergleichen Probirgewichte ſind der Probir-Centner, ein Quentchen Kölniſch-Markgewicht ſchwer; man theilt ihn in 100, ſonſt auch in 110 und 112 Probirpfunde oder in 1024 Richtpfennigtheilchen; er iſt in Deutſchland allgemein im Gebrauche, in Frankreich dient hingegen ſtatt ſeiner, bei Gold- und Silber-Proben, das Gramme-Gewicht = 280,7564 Richtpfennigtheilchen, als das größte und das halbe Tauſendtheilchen eines Gramme's, als das kleinſte der dort gebräuchlichen Probirgewichte. 1 Quentchen Köllniſchmark-Münzgewicht iſt nahe gleich 3498 Milligramm, 1 Richtpfennigtheilchen entſpricht 3,568574 Milligr. und 1 Köllniſchmark-Münzgewicht oder 16 Loth deſſelben, betragen 65536 Richtpfennigtheilchen = 233870,0 Milligr. Folgende Tafel möge dazu dienen, beiderlei Gewichts-Ordnungen vergleichen zu können:

1 Probir-Centner	= 100 ℔.	= 1024	Rpfth.	oder 1 Quentch.			K.
½ "	= 50 "	= 512	"	"	½	"	K.
¼ "	= 25 "	= 256	"	"	¼	"	K.
	16 "	= 163 21/25	"				
	8 "	= 81 23/25	"				

1ſtes Probir-Gewicht	1	Gramme	= 280,75640	Rpfth.
2tes "	0,5	"	= 140,3782	"
3tes "	0,2	"	= 56,15128	"
4tes "	0,1	"	= 28,07564	"
5tes "	0,05	"	= 14,03782	"

6tes	Probir=Gewicht	0,02	Gramme	=	5,61513 Rpfth.
7tes	„	0,01	„	=	2,80756 „
8tes	„	0,005	„	=	1,40378 „
9tes	„	0,002	„	=	0,56151 „
10tes	„	0,001	„	=	0,28075 „
11tes	„	0,0005	„	=	0,94038 „

Im Großen gießt man geſchmolzenes Silber oder Gold in hinreichend dicke, halbcylindriſch ausgehöhlte, mit einem Griffe verſehene, ſtählerne, innen ſehr glatte ſog. Eingüſſe, von verſchiedener Größe, entweder zu Zainen oder zu Barren aus. Zaine oder Lingotten (franzöſ. Lingot) nennt man dergleichen Maſſen gegoſſenen Metalles, wenn die Stücke lang und ſchmal, aber nicht dick ſind, Barren hingegen, wenn bei gleicher Länge wie die Zaine, dieſelben 2 bis 3mal an Dicke und Breite übertreffen. Zu Zainen gießt man kleinere Metall=Mengen aus, wenn man beabſichtigt, ſpäterhin Stücke davon mit dem Meiſel abzuſchroten, zu Barren hingegen, wenn man das Metall ſeiner ganzen Maſſe nach wieder einzuſchmelzen gedenkt. — Statt der Eingüſſe dienen, zumal bei nichtedlen Metallen, die Gießpuckel, das ſind hohlkegelförmige, mit der Hohlſpitze nach unten gerichtete, dickwandige und ſtarke, zugleich als Fußgeſtell dienenden Boden darbietende, innen ſehr glatte, gußeiſerne, beſſer meſſingene und am beſten (am ſchnellſten wärmeleitend und zugleich auch durch Ausdrehen leicht innenglatt darſtellbare) aus 10 Gewichtstheilen Kupfer und 1 Theil bleifreien Zinks zuſammengeſezte Gefäße. Arbeitet man mit kleinen Mengen des in dieſelben zu gießenden Metalles, ſo ſtreicht man ſie inwendig mit etwas Fett aus, ſind die Gußmetallmengen aber beträchtlich, ſo läßt man das Fett (das durch die große Hitze des ſich an dem Gießpuckel=Metall kühlenden Gußmetalles zerſtört werden und erſteres gegen lezteres nicht ſchützen würde) durch einen dünnen Lehmüberzug vertreten. Auch darf man die mit dem Gußmetall theilweiſe gefüllten Gießpuckel, zumal die nichteiſernen, nicht umſtürzen und, Behufs der Ablöſung des Gußmetalles, klopfen, ſo lange ſie noch ſehr heiß ſind, weil Meſſing, wenn er nur heiß iſt, durch Stoß und dergleichen leicht Brüche und Riſſe bekommt. Das Gußmetall ſenkt ſich in den Gießpuckel, von der leichteren Schlacke ſich ſondernd, bis zu deſſelben inneren Hohlſpitze hinab. Man bedient ſich der Gießpuckel vorzugsweiſe in ſolchen Fällen, wo man das auszugießende Metall durch Fluß=Zuſätze geſchmolzen hatte; dieſe Flußmittel (oben S. 205) bilden dann eine glaſige, kraft ihrer ſchlechten Wärmeleitung langſam erkaltende Maſſe, nämlich die Schlacke. — Zur ohngefähren Beſtimmung des Verhältniſſes, in welchem Gold und Silber in einem Gemiſche aus beiden Metallen zugegen, oder in welchem das erſtere derſelben durch das leztere weiß caratirt iſt, und ſo auch zur beiläufigen Ermittelung des Kupfer=Gehaltes im roth caratirten, oder

26

des Kupfer- und Silber-Gehaltes im gemiſcht caratirten Golde, und ebenſo zur vorläufigen Nachweiſung der im löthigen (9-, 10-, 11-, 12-, 13-, 14- oder 15löthigen, d. i. in 16 Loth oder einer Mark 7, 6, 5, 4, 3, 2 oder 1 Loth Kupfer enthaltendem) Silber vorhandenen Kupfer-Menge, oder auch zur Prüfung: ob das z. B. zum Verkauf angebotene Silber wirklich fein, nämlich 16löthig, d. i. kupferfrei iſt, bedient man ſich der Probirnadeln und des Probirſteins; erſtere ſind Nadeln aus reinem Metall (z. B. reinſtem Silber) und aus in verſchiedenen Abſtufungen mit anderm Metall, in bekannten Verhältniſſen legirten, beſtehend, lezterer gewöhnlich ein ebenflächig begrenzter, ſchwarzer Kieſelſchiefer oder Lydiſcher Stein (d. i. kohlehaltiger, ſchiefriger Hornſtein; eine Abart der zur Gattung Quarz gehörigen, mit Hornſtein bezeichneten Geſtein-Art), jedoch wendet man auch Baſalt und ſchwarzen Schiefer zu Probirſteinen an. Dieſe Anwendung ſelbſt beſteht ſehr einfach darin: daß man mit dem zu prüfenden Metalle auf den Stein einen Strich zieht, dieſen mit denen Strichen der Nadeln vergleicht, und aus der Aehnlichkeit der Farbe und des Glanzes (beiderlei Striche) auf den Gehalt des Metalles ſchließt. Von Schärfe kann zwar bei dieſen Vergleichungen nie die Rede ſein, und auch das geübteſte Auge läßt immer nur eine der Richtigkeit nahe kommende Genauigkeit in der Angabe der Miſchungsverhältniſſe von dergleichen Legirungen zu, wohl aber kann ſolche Probe dazu dienen, gröbere Mengen-Verhältniſſe, namentlich des Silbers und Goldes, in ſo weit zu ſchätzen, daß man das Verfahren der Scheidung beiderlei Metalle daraus abzuleiten ſich in den Stand geſezt ſieht; insbeſondere gilt dieſes von den weißen Caratirungen oder Legirungen des Goldes mit dem Silber. Es tritt nämlich bei dieſen Metallen, ſowie bei einigen ihnen nahe ſtehenden, das merkwürdige Anziehungs-Verhältniß ein: daß eines dieſer Metalle das andere gegen den Angriff gewiſſer Säuren, d. i. gegen Verbrennung und Auflöſung durch dergleichen Säuren zu ſchützen vermag, wenn es in hiezu hinreichender Menge mit dem anderen verbunden war. So iſt z. B. eine Verbindung von 1 Silber mit 10 Gold durch ſog. gefälltes Scheidewaſſer (d. i. reine, durch Fällung oder Niederſchlagung und Abſcheidung fremdartiger Beimiſchungen gereinigte und gewäſſerte, Salpeter- oder Azotſäure) nicht zu ſcheiden; denn das Silber, das ſonſt, wenn es für ſich das Scheidewaſſer berührt, leicht von demſelben angegriffen und aufgelöſ't wird, erleidet, durch das Gold geſchüzt, von der Azotſäure keinen Angriff; hat man hingegen die Maſſe des Silbers gegen jene des Goldes in ſolcher Menge vermehrt, daß das Gold beiläufig nur ¼ Gewichtstheil des geſammten, in der Verbindung vorhandenen Silbers beträgt, ſo löſ't ſich das Silber vollſtändig in der Säure auf, während das Gold, in Form eines braunen Pulvers, unangegriffen am Boden liegen bleibt. Indeſſen bedarf es hiezu des reinſten Silbers, denn kupferhaltiges

Silber ändert das Verhalten ab *). Man vereint nämlich beide Metallmaſſen, das Gold-Silber und das Silber, zuvörderſt durch Blei (oben S. 395 ff.), indem man von lezterem Metalle das Zwei- bis Dreifache des Geſammtgewichts beider Metallmaſſen zuſezt und

*) Vom Probiren des Silbers ꝛc. unterſcheidet ſich das Feinmachen oder Feinbrennen deſſelben dadurch, daß, während die chemiſchen Verrichtungen in beiderlei Arbeiten, wenn dieſe auf trocknem Wege vollzogen werden, dieſelben ſind, die des Probirens veranſtaltet werden, um den Gehalt des Erzes oder der Münzmetallmaſſe (oder das Korn derſelben) zu erforſchen, jene des Feinmachens hingegen dieſen Gehalt ſchon als bekannt vorausſetzen und nur vollzogen werden: um das edle Metall von unedlem mehr oder weniger, oder gänzlich zu befreien. Man bedient ſich hiezu ſtets ſolcher Materien, welche mit den Verunreinigungs-Stoffen (z. B. mit denen den edlen Metallen beigegebenen unedlen Metallen, oder mit dem mit ihnen verbundenen Arſen ꝛc.) ſich leicht chemiſch verbinden, während ſie die edlen Metalle unangefochten laſſen. Schon die Römer benuzten zu dieſem Zwecke, wie aus Livius Hist. Rom. l. XXXII c. 2, Plinius Hist. nat. lib. XXXIII. c. 14 u. m. anderen Claſſikern hervorgeht, das Blei, indem ſie die edlen Metalle damit zuſammenſchmolzen und erſteres dann abtrieben. In dieſer Weiſe macht man Gold fein, oder, wie die Bearbeiter dieſes Metalles ſich ausdrücken, gießt man Gold durch Spießglas (d. i. Schwefelſtib), oder beſſer durch Schwefel, und feinet oder feinbrennet man Silber durch Schmelzen mit Salpeter (Kaliazotat oder ſalpeterſaures Kali), weil das Oxygen der Säure des Salpeters, bei Glühhitze, wohl die unedlen Metalle, hingegen nicht die edlen, und namentlich nicht das Silber angreift (oxydirt), und weil der Salpeter durch ſeinen Kali-Gehalt die angegriffenen Metalle mehr oder wenig flüſſig macht und ſo bewirkt, daß ſie, als leichtere Körper, von dem unverbrannt gebliebenen edlen Metalle ſich trennen und es in Schlackenform bedecken. Auf dieſem Wege läßt ſich aus dem Silber auch das demſelben beigegebene Eiſen leicht entfernen, das mittelſt der Blei-Abtreibung nicht hinweggenommen wird, wohl aber durch Wismuth (ſtatt Blei), das außerdem noch, da es meiſtens mehr ſilberhaltig iſt, als das Blei (ganz ſilberfrei iſt vielleicht kein Blei) und deſſen Oxyd kaum Spuren von Silber mit aufnimmt, auf dem Treibheerde mehr Silber zurückläßt, als dieſes bei Anwendung des Bleies der Fall iſt; ſ. m. Bemerk. in m. Arch. f. Chem. u. Meteorolog. V. 162. Iſt das Silber nur Blei- und nicht auch Kupfer-haltig, ſo ſezt man ihm, nachdem man den Kupfer-Gehalt ermittelt hatte, 16 bis 18mal ſo viel, als dieſer Gehalt beträgt, an Blei zu. Wenn dann das abgetriebene Silber, nach dem Erſcheinen der Regenbogenfarben, den Glanz von ſeidenen Fäden zeigt, was der Hüttenmann durch: es ſtreicht in die Feine, bezeichnet, und auch dieſe endlich verſchwinden, ſo bleibt es ſpiegelhelle zurück; nach erkaltetem Ofen läßt man auf dem erkalteten Silber heißes (ſeifehaltiges) Waſſer ablaufen, bürſtet und trocknet es, um es von oxydiſchem Staube zu ſäubern. — Bei dem ehemals mehr, jezt weniger üblichen Behandeln des Goldes mit Schwefelſtib, wurde vorausgeſezt, daß die in ſolchem Golde vorhandenen, mit Schwefel vereinbaren Metalle, wohin auch das Silber gehört (während ſich das Gold nicht mit Schwefel verbindet), nicht mehr als $1/6$ oder $1/4$ ſeines Gewichtes betrugen, oder, was daſſelbe ſagen will, daß es nicht unter 18 bis 20 Karath hielt. Man brachte dann ſolch Gold in einem weiten Schmelztiegel in Fluß, ſchüttete die doppelte Gewichtsmenge gepulvertes Schwefelſtib darauf, bedeckte den Tiegel und ließ Alles mitſammen fließen. Das Stib verband ſich hiebei mit dem Golde, der Schwefel mit den übrigen Metallen, und leztere Verbindung, als die leichtere, ſchwamm oben. Das Stib-haltige, von den Schwefelmetallen getrennte Gold wurde dann im offenen Tiegel mäßig erhizt, wodurch das Stib zur flüchtigen, entweichenden Stibichtſäure verbrannte (bei zu ſtarker Hitze etwas goldentführend) und das Gold, jedoch ſelten ganz arſenfrei, zurückließ; denn faſt alles natürliche Schwefelſtib iſt arſenhaltig.

das Geſammtgemiſch dann auf der Kapelle abtreibt *). Das auf derſelben zurückbleibende Gold-Silberkorn ſchlägt man dann auf einem Amboß platt, glühet es von Zeit zu Zeit aus oder läßt es an (über Anlaſſen ſ. ob. S. 353 Anm.), um es vor dem Reißen zu bewahren, rollt die dadurch gewonnene, hinreichend dünne Platte auf einen Federkiel zuſammen, und unterwirft das Röllchen nun der erwähnten Behandlung mit Scheidewaſſer. Man nennt dieſes das Quartiren des Goldes, oder deſſen Scheidung durch die Quart (m. Grundz. I. S. 196). Aehnlich wie das Gold zum Silber in dieſem Vorgange, verhalten ſich auch andere Metalle; z. B. 7 Gewichtstheile Platin mit 16 Kupfer zuſammengeſchmolzen (unter einer Decke von Borax und Kohle, bei Weißgluth) und nach der Entfernung des Tiegels aus dem Feuer noch mit 1 Theil zuvor erhizten Zinks durch Umrühren verbunden, gibt ein höchſt ſtreckbares goldfarbenes Metall-Gemiſch, das nicht roſtet und nur von ſiedender Azotſäure angegriffen wird, während ohne Platin das Kupfer, und noch mehr das Zink, ſchon in kalter, mit Waſſer ſtark verdünnter Azotſäure ſich auflöſ't. — Ferner: ſchmilzt man 98 Gewichtstheile Gold mit 50 Platin und 854 Silber zuſammen und übergießt die Legirung mit gefälltem Scheidewaſſer, ſo färbt ſich dieſes ſchnell gelb, das Metallröllchen zerfällt zu gelbbräunlichem Pulver, in welchem man mit der Loupe ſchwärzliche Theilchen, welche zertheiltem Platin gleichen, unterſcheidet und die gegen 98 Gold 3 Gewichtstheile betragen, während die übrigen 47 Platin mit dem Silber ſich aufgelöſ't haben; ſezt man aber zuvor ſo viel Gold zu, daß dieſes nicht 98, ſondern 182 Theile beträgt, ſo bleibt unter gleichen Umſtänden das Gold platinfrei zurück und alles Platin löſ't ſich ſammt dem Silber auf; für ſich wird Platin von Azotſäure gar nicht aufgelöſ't. — Hat man ein Silbergold-Platingemiſch auf naſſem Wege zu ſcheiden, ſo übergießt man es mit ſog. Goldſcheidewaſſer (oder ſog. Salpeterſalzſäure, oder ſalpetergeſäuerte Salzſäure, richtiger Chlor-Salpetrichtſäure genannt, am beſten bereitet aus 1 Salpeterſäure und 2 Salzſäure, aber für dieſen Zweck nicht aus Salpeterſäure und Salmiak, denn lezterer ſchlägt ſofort den größern Theil des aufgelöſ'ten Platins zu ſog. Platinſalmiak, als gelbes Pulver nieder) und erwärmt das Ganze mäßig; Gold und Platin löſen ſich auf, das Silber aber fällt als ſog. Hornſilber, d. i. als Silberchlorid oder Chlorſilber (oben S. 321) in Form eines weißen, käſigen, am Licht röthlichgrau werdenden Niederſchlags zu Boden. Von demſelben abfiltrirt und mit dem Abſpühl- oder ſog. Ausſüß- oder Abwaſchwaſſer des Filters vermiſcht, läßt ſich das Gold aus der bräunlich-gelben filtrir-

*) Das Abtreiben befördert die Verbindung des zugeſezten Silbers mit dem ſchon bei dem Golde vorhandenen und dadurch beider Scheidung vom Golde; zugleich erhöhet es die Feine des Silbers, d. h. befreiet es vollſtändiger von etwa beigemiſchtem Kupfer; oben S. 399.

ten Flüſſigkeit durch in Waſſer gelöſ'tes (kryſtalliniſches und nicht verwittertes) Eiſenoxydulſulphat (grünen Eiſenvitriol) in Form eines braunen Metallſtaubes: *Malergold* genannt, niederſchlagen (m. Grundz. I. 420, 435 und 440), das rückſtändige Platin aber, nachdem die Flüſſigkeit von den Niederſchlägen getrennt und durch Abdampfen eingeengt worden, durch im Waſſer gelöſ'ten Salmiak zu Platinſalmiak fällen, der, ausgewaſchen und ausgeglühet, das Platin in Geſtalt des ſog. *Platinſchwammes* zurückläßt; oben S. 194 Anm. — — Wie das *Silber*, in obigem Falle, die Auflöslichkeit des Platin in Azotſäure vermittelt und befördert, ſo auch das Platin jene des *Rhod* (Rhodium-Metall) und des *Irid* (Iridium-Metall) in Goldſcheidewaſſer, und die des lezteren auch in Azotſäure (m. Grundz. I. 433 und 430); jedoch kann hiebei, in Beziehung auf Rhod, das Platin durch einige andere Erzmetalle, namentlich durch Kupfer, Blei, Wismuth ꝛc., jedoch nicht durch Gold oder Silber vertreten werden *). Die älteren Chemiker, und unter dieſen mehrere, welche von den neueren als Alchemiſten bezeichnet werden, z. B.

*) Aehnliches, wie oben von einigen Metallen bemerkt worden, gewahrt man auch, und nicht ſelten, bei anderen Grundſtoffen und Grundſtoff-Verbindungen, und Stoffe der Art, die einander hinſichtlich allgemeiner chemiſcher Verhalten ſehr nahe ſtehen und eben darum kaum einer feſten chemiſchen Verbindung unter ſich fähig ſind, entwickeln, mitſammen wirkend, ganz andere chemiſche Eigenſchaften, als man etwa aus denen jedes einzelnen Stoffes der Art zu erwarten ſich berechtigt halten dürfte. Der Grund dieſer gegenſeitigen Neuaufregungen bis dahin gleichſam verborgener chemiſcher Kräfte, liegt meiſtentheils in jenen *phyſiſchen* Abänderungen, welche ſie gleichzeitig durch ihre gegenſeitige Berührung, ſo wie durch ihre gemeinſchaftliche eines dritten Stoffes erleiden. Insbeſondere iſt es die *Adhäſion*, oder gegenſeitige Oberflächen-Ziehung, welche ſolchen Dienſt leiſtet, und zwar zunächſt: indem ſie die Dehnbarkeit der einzelnen Stoffe durch die Wärme mindert, damit aber deren Erhitzbarkeit und hiemit ihre Wärmefaſſungs-Größe ſteigert, was dann weiter Abänderung der Cohäſion und der Erregung der Electricität durch Berührungs-Wechſel, ſowie der electriſchen Leitung, hiedurch aber *Umſtimmung* der electrochemiſchen Anziehung und damit *der* ſog. *chemiſchen Verwandtſchaft* zur Folge hat; oben S. 326 und S. 98. Ein, insbeſondere die Theilnahme des *Silberarbeiters* in Anſpruch nehmendes Beiſpiel ſolcher Umſtimmungen gewähren die *Schwefelſäure* und *Azotſäure* (Salpeterſäure), wenn ſie mitſammen Metallen zur Berührung dargeboten und mit denſelben mäßig erhizt werden. Ein zwar wenig beachteter, aber ſehr achtbarer Chemiker des vorigen Jahrhunderts, *James Keir* Esq., fand, daß eine Auflöſung von Salpeter in Schwefelſäure *Silber* leicht und in Menge (ohne Gas-Entbindung) in ſich aufnehme, hingegen Kupfer, Eiſen, Blei, Kobalt und, wie zu erwarten ſtand, Gold und Platin gar nicht angreife, ſo daß man alſo durch dieſes Mittel *Silber*, z. B. jenes des ſog. *plattirten*, d. i. mit Silberblech belegten *Kupfers*, leicht und mit wenig Koſten von dem Kupfer zu trennen im Stande iſt. Unter andern erhizte K. in einer kleinen Glasretorte 100 Grains (= 104,185 Nürnberger Gran oder 6474,7 Milligramm) engliſches *Probeſilber* — das, als ſolches, in 12 Unzen (*Troymark*, deren 12 ein Pfund bilden und deren *eine*, in 20 Pennys oder Pfennige zerfallend, 31094,61 Milligramm gleichkommt) 11 Unzen 10 Pfennig reines Silber im Pfunde enthält, — in 200 Grains-Maaßen (ſoviel als 200 Grains Waſſer an Raum einnehmen) Vitriolöl, das zuvor 100 Grains Salpeter aufgenommen hatte; es löſ'ten ſich 92 Gr. Silber

Iſaak Holland, Kunckel und im lezten Drittel auch ſelbſt noch Wenzel, früherhin Lehrer der Chemie zu Freiberg, im ſächſ. Erzgebirge, insbeſondere berühmt durch ſeine Unterſuchungen der chemiſchen Anziehungs- und Bindungs-Verhältniſſe mehrerer Säuren und der meiſten damals bekannten Salzblaſen — oben S. 166 u. 203 ff. — die er hauptſächlich in ſeiner Lehre von der Verwandtſchaft, d. i. chemiſchen Anziehung der Körper (Dresden 1782. 8., eine 2te Ausgabe beſorgte, jedoch leider nicht zum erklecklichen Vortheil des Buches, 18 Jahre darauf Grindel) beſchrieb, ſowie durch ſeine „Chemiſche Unterſuchung

---

auf, ohne die mindeſte Gas-Entwickelung (das hiebei aus der Azotſäure durch von Seiten des Silbers eintretende Oxygen-Entziehung frei werdende Azotoxydgas, oder ſog. Salpetergas, verbleibt, phyſiſch gebunden der ſauren Flüſſigkeit, wird aber durch Zuſatz von Waſſer unter Aufbrauſen entbunden). Die Auflöſung beſaß zwar Veilchenfarbe, dieſe rührt aber nicht von Kupfer, ſondern von Salpetrichtſäure her; ſie entließ durch Erkalten ihren Gehalt an Silberoxyd-Sulphat oder ſchwefelſauren Silberoxyd. Verſchiedene ähnliche Verſuche ließen K. endlich folgendes Verfahren auffinden, um Silber von plattirtem Kupfer mit Vortheil zu ſcheiden: man begießt das zu ſcheidende Doppeltmetall in einen glaſurten Hafen (Topf) mit 8 bis 10 Pfund Schwefelſäure von 1,844 Eigengewicht, worin zuvor 1 Pfund Salpeter aufgelöſ't worden war, erwärmt das Ganze, unter öfterem Umrühren, mit einem Glas- oder Kupferſtabe, bis höchſtens 200° F. (= 74°,67 R. oder 93°,33 C.) und gießt die mit Silber geſättigte Flüſſigkeit von dem Kupfer ab und in das 8—10fache Waſſer, um ſie zu verdünnen, und kann das Silber aus dieſer verdünnten Auflöſung nun entweder durch eingeſenkte Kupferbleche metalliſch — indem ſich jezt, in der gewäſſerten Flüſſigkeit, das Kupfer (und ebenſo Eiſen ꝛc.) leicht auflöſet — oder durch Kochſalz fällen (oben S. 400). Wählt man das leztere Mittel, ſo gießt man die ſaure Flüſſigkeit, um ſie zu verdünnen, ſtatt in Waſſer, ſogleich in wäſſerige Kochſalz-Löſung. — Sonſt pflegte man, um Silber von Kupfer zu ſcheiden, das Doppeltmetall durch Sieden mit Vitriolöl in ſchwefelſaures Silber- und Kupferoxyd zu verwandeln, und dann das Silber entweder metalliſch oder als ſog. Hornſilber (Silberchlorid) niederzuſchlagen; allein bei dieſer Auflöſung wird ein großer Theil des Vitriolöls zerſezt, weil er das zur Auflöſung der Metalle erforderliche Oxygen abgibt und dadurch in entweichende gaſige Schweflichtſäure übergeht. Verdünnt man obige doppeltſaure Auflöſung mit Waſſer, ſo entweicht freilich auch Azotoxydgas, läßt man aber durch Erkalten den Silberoxyd-Sulphat-Gehalt aus der zuvor vom Kupfer getrennten Auflöſung ſich ſondern, ſo kann man die überſtehende ſaure Flüſſigkeit faſt ohne Verluſt abgießen und auf's Neue zu gleicher Scheidung des Doppeltmetalls benutzen. Dieſelbe Doppeltſäure geſtattet noch zahlreiche der erwähnten ähnlichen Anwendungen, und zwar nicht lediglich zu Metallauflöſungen, ſondern auch zu Oxydationen unmetalliſcher Grundſtoffe und Grundſtoff-Verbindungen. Sezt man der Schwefelſäure, ſtatt Salpeter, Ammon-Azotat (d. i. ſalpeterſaures Ammon oder azotſaures Hydrogen-Azotid) oder der mit Salpeter geſchwängerten Schwefelſäure Schwefel, oder Azotoxydgas oder ſog. orangen Salpeterſäure-Dunſt, d. i. Salpetrichtſäure zu, ſo greift ſie nun alle vorhin als unangreifbar bezeichneten unedlen Metalle an, und löſet ſie unter Gas-Entbindung (mit Brauſen) auf. Gießt man zur unverdünnten ſalpeterhaltigen Schwefelſäure geſättigte wäſſ'rige Kochſalz-Löſung, ſo erhält man ein ſehr ſtarkes, Gold und Platin leicht auflöſendes, dunkelgelbes Königswaſſer; waſſerfreies Kochſalz bleibt in der Salpeter-Schwefelſäure unangegriffen. — Gießt man eine wäſſerige Löſung des grünen Eiſenvitriols in azotſaure Silberauflöſung, ſo ſchlägt ſich noch alles Silber nieder, in wenigen Minuten Metallglanz gewinnend, ſezt man nun aber eben ſo viel Waſſer zu, ſo löſet ſich alles Silber wieder auf.

des Flußſpaths“ (Dresden 1783. 8.) richteten auf dergleichen Vermittelungen chemiſcher Gegenwirkung durch dritte Materien, oder, wie die ältere Chemie ſich ausdrückte, durch ſolche Erregungen oder Erweckungen ſog. anneigender und vorbereitender Verwandtſchaft ihr beſonderes Augenmerk und glaubten unter andern, daß man nach Art der chemiſchen Zerlegung des Glaſes auf naſſem Wege, durch Ueberſetzen mit Kali oder Natron und darauf folgende Behandlung mit Säuren, auch Erzmetalle mit einem ihrer angeblichen Beſtandtheile, dem Carbon oder Kohlenſtoff, oder dem Hydrogen oder Waſſerſtoff, dem Phosphor u. ſ. w. überſezte und dann durch Oxygen (Sauerſtoff) oder ſtatt deſſen, hinſichtlich des Hydrogen, durch Chlor nicht nur den im Uebermaß zugeſezten brennbaren Grundſtoff, ſondern zugleich auch das ſchon in dem Metalle vorhandene Carbon oder Hydrogen ꝛc. entfernen und hiemit die übrigen Grundſtoffe des Metalles chemiſch trennbar zu belaſſen vermöge. Wiewohl nun, von Seiten jener älteren Chemiker, keiner dieſer angeblichen Beſtandtheile der Erzmetalle zur wiſſenſchaftlichen Unterſuchung dargelegt und zur weiteren Kenntniß gebracht worden iſt, ſo ſind doch mehrere Erzeugniſſe der auf ſolchem Wege gewonnenen, vorgeblichen Aufſchließungen chemiſch unzerlegter Körper, inſofern weiterer Prüfung werth, als ſie auf neue, bis hieher von den Chemikern gänzlich ungekannte Verbindungen ſchließen laſſen, deren Verhalten auffallend genug zu ſein ſcheinen, um, der Wiſſenſchaft wegen, nicht länger unbeachtet bleiben zu dürfen. Auf manches Hiehergehörige machte ich bereits vor 30 bis 31 Jahren aufmerkſam (in meinen „Beiträgen zur Begründung einer wiſſenſchaftlichen Chemie.“ I. u. III. Heidelberg 1806 u. 1807. 8.). So z. B. wußte Kunkel aus ſämmtlichen ſeiner Zeit (im lezten Viertel des 17ten Jahrhunderts) bekannten ſtreckbaren oder ſog. ganzen Erzmetalle (aus Gold, Silber, Mercur, Blei, Zinn, Kupfer und Eiſen) alſo bezeichnet, weil man ſonſt die damals bekannten, bei gewöhnlicher Temperatur unbiegſamen und unhämmerbaren, ſpröden Erzmetalle, das Stib oder Spießglanz, Zink oder Spiauter, Wismuth oder Aſchblei (von Einigen auch Marcaſit genannt) rothe Sublimate zu entwickeln, von ihm Metallſalze genannt, von deren Darſtellung er mit derſelben Beſtimmtheit und Zuverläſſigkeit ſpricht, wie von anderen, von ihm vollbrachten Scheidungen, Auflöſungen u. ſ. w., welche wir ſeinem Arbeitseifer verdanken, und die kein Chemiker bezweifelt; wie er denn z. B. ſehr genau die Mengen-Verhältniſſe angibt, in welchen die genannten Erzmetalle und andere Materien ſich in Schwefel-, Azot- ꝛc. Säure auflöſen, und nicht minder genau mehrere Verhältniſſe der Laugmetalloxyde zu den Säuren, des Phosphors, Schwefels ꝛc. beſchreibt und auf verſchiedene hinweiſet, die zum Theil noch der weiteren Verfolgung harren, zum Theil aber auch in Form neuer Entdeckungen nach und nach wiederkehren. Hinſichtlich der hieher gehörigen, mit neueren Beobachtungen übereinſtimmenden Verſuche

und Verſuchs-Ergebniſſe, ſowohl Kunckel's als auch mehrerer anderer älterer Chemiker, habe ich in m. Ueberſicht der „Geſchichte der Chemie," in der dritten Beilage zu m. „Einleitung in die neuere Chemie" (Halle 1814. 8.) Beachtenswerthes zuſammen zu ſtellen verſucht. — Wenzel in ſ. „Einleitung in die höhere Chemie" (von der m. zuvor gedachten Beiträge ꝛc. unter andern einen Auszug enthalten) hat obigen Weg der vorgeblichen Metall-Zerlegung ebenfalls, und zwar größtentheils nach Iſaak Holland beſchrieben und an Beiſpielen erläutert, die er jedoch zum Theil fremden Verſuchen entlehnte, und durch einige bekannte Erſcheinungen aufzuhellen ſich bemühete, was ihm jedoch nicht gelang und, als er ſelbſt zu dergleichen Verſuchen ſich anſchickte, der unzweifelhaften Beſtätigung ermangelten. So z. B. berief er ſich auf die oben gedachte, angeblich nur durch Ueberſetzung des Glaſes mit Alkali, ausführbare Zerlegung deſſelben, die doch theilweiſe ſchon, wenigſtens bei dem gemeinen Glaſe, lediglich mit Waſſer bewirkt werden kann; denn wiewohl, wenn man 3 Gewichtstheile gewöhnliches weißes, fein gepulvertes Glas mit 8 Theilen kohlenſaurem Kali innigſt mengt und in einem, davon nur zur Hälfte erfüllten, bedeckten heſſiſchen Schmelztiegel ſchmilzt, und ſo lange in Fluß erhält, bis weder Aufbrauſen noch Aufſteigen mehr ſtattfindet, ſondern die Maſſe ruhig fließt, ſie dann auf ein erwärmtes Blech ausgießt und das alſo bereitete, nach dem Erkalten vollkommen durchſichtige, weiße, leichtlösliche Glas (oben S. 206) in dem vierfachen ſeines Gewichtes Waſſer löſet (ſchmilzt) und mit irgend einer ſauer ſchmeckenden, mit dem Kali eine leichtlösliche Verbindung eingehenden Säure, z. B. mit etwas Azotſäure verſezt, ſich, wenn ſonſt die Flüſſigkeit und die Säure nicht mit zuviel Waſſer verdünnt war, alle Kieſelerde (Silicſäure) in Geſtalt gallerartiger Flocken ausſcheidet, ſo erfolgt doch auch ſchon eine Ausſcheidung nicht von kalihaltiger, ſondern von kalifreier Silicſäure, wenn man reinſtes Waſſer aus gläſernen Retorten deſtillirt, indem das Waſſer dann zugleich mit einer entſprechenden Menge leichtlöslichem Glaſe geſchwängert wird, und es iſt alſo Ueberhäufung des Kali im Glaſe nicht nothwendig, um die Silicſäure zur (theilweiſen) Ausſcheidung zu bringen. — Ehe man wußte, daß die bei erwähnter Deſtillation von der äußerſten Oberfläche der inneren Glaswände der Retorte ausgeſchiedene Kieſelerde dem Glaſe entſtamme, wähnte man, es ſei das Waſſer in Erde verwandelt worden; Scheele, v. Dalberg, Lavoiſier widerlegten durch entſcheidende Verſuche dieſe irrige Meinung, vergl. oben S. 167 Anm.

qq) Der Graphit (oben S. 377 Anm.) oder das Reißblei findet ſich theils ſchon fertig gebildet in der Erde vor, theils wird er in Sümpfen und eben ſo auch im Meere, aus Eiſen und Kohlenſäure durch langes Liegen erzeugt, deren Sauerſtoff einen Theil des Eiſens in Eiſenoxyd verwandelt und ſo zerſpühlbar und durch andere Säuren entführbar macht; theils iſt er auch, wie bereits a. a. O. erwähnt,

ein Erzeugniß der Verflüchtigung von Eiſen und Kohle bei Hohofengluth. Die leztere Art von Graphit übertrifft die erſteren beiden Arten gemeinhin an Härte, oder ſteht ihnen, da man die Weichheit vorzugsweiſe am Graphit ſchäzt, in dieſer Hinſicht nach; denn je weicher und je gleichförmiger weich und je mehr gleichartig zugleich die Maſſe eines Graphits iſt, um ſo beſſer eignet es ſich zu Zeichenſtiften (ſog. Bleiſtiften *), zur Maſchinen- und Wagen-Schmiere, um die Reibung zu mäßigen oder bis zum kaum Merklichen zu mindern, und auch zu Schmelztiegeln, Schmelzöfen und Ofenfuttern, und eben ſo auch zum Arznei-Gebrauch, zum Färben der Haare ꝛc. Die Zeichenſtifte bereitet man bis hieher meiſtens nur aus dem ſchon in der Erde fertig gebildet vorkommenden Graphit; jener bei Strathferran in Aberdeensbire im Glimmerſchiefer, der bei Cumnak in Ayrsbire in Steinkohlen-Lagern, bei Borrodale in Cumberland im älteren Trapp, ſo wie überhaupt der in Großbritanien brechende, wird hiezu beſonders bevorzugt, obgleich auch der in Spanien, zumal der in körnigem Kalk vorkommende, an Weiche und Freiſein von durchſezender Bergart (oder ſog. tauben Geſtein) dem brittiſchen nicht nachſteht; über Fertigung der Zeichenſtifte, ſowohl der aus einem Stücke geſchnittenen, als auch der aus mehreren Stückchen zuſammengeſezten, meiſtens durch geſchmolzenen Schwefel verbundenen, ſ. m. Deutſch. Gewerbsfreund I. 78—84. Ueber Benutzung des Hohofen-Graphits zu gleichem Zwecke, ebendaſelbſt. IV. 64. Zur Maſchinen- und Wagenſchmiere eignet ſich dieſer leztere Graphit nicht weniger gut, wie der natürliche, und von dieſem lezteren bedarf es hiezu keinesweges der feineren Spielarten, ſondern es reichen dazu die ſog. gröberen, mit anderem tauben Geſteine mehr oder weniger durchſezten vollkommen hin, wenn man ſie nur fein pulvert und nach der Pulverung durch Schlemmen von allen harten Beimiſchungen ſäubert; der Graphit von Gefrees im Baireuthiſchen, der dort in körnigem Kalke bricht, jener von Griesbach im Paſſauiſchen, den man vorzugsweiſe zu Schmelztiegeln verwendet, **) jener aus dem Oeſterreich'ſchen,

---

*) Hoffentlich gelingt es in der Folge, die zuvor erwähnte Umbildung des Stabeiſens (ſo wie die des Stahles) in Graphit zu beſchleunigen, und ſo z. B. aus ſtarken Eiſendräthen: Reißblei-Zeichenſtifte darzuſtellen. Vielleicht am leichteſten, wenn man ſie zuvor ſtählt, wie man dünnes Stabeiſen von der Oberfläche aus mehr oder weniger tief härtet, d. i. in Stahl verwandelt, wenn man es kirſchroth (aber nicht weiß) glühet und dann mit fein zertheiltem Kalineiſenkyanür, d. i. mit ſog. Blutlaugenſalz oder Blauſalz beſtäubet, oder in das zur Darſtellung dieſes Salzes bereitete, glühend heiße Gemiſch von Eiſenfeilſtaub, Kalk und Hornkohle taucht und einige Zeit darin erhält.

**) Ein Goldſchmied kam, wie Lewis in ſeinem Commercium philosophico-technicum erzählt (vergl. auch Engſtröm's Mittheilungen in dem 34. Bande der Abh. der K. Schwediſchen Akademie der Wiſſenſchaften, S. 60 daſelbſt, und Crell's Neueſte Entdeckungen ꝛc. I. 62), zuerſt auf den Gedanken, die größten Sorten der Ypſer-Tiegel zu Schmelzöfen in Gebrauch zu nehmen.

Steyermark'ſchen, Salzburg'ſchen und der aus Tyrol, ſo wie viele anderer Gegenden, gewähren, mit paſſenden, den pulverigen Graphit beiſammen haltenden Zuſätzen vermengt, eine jedem Wagen-Theer und jeder dieſem ähnelnden Materie vorzuziehende Maſſe. Die zuvor erwähnten Paſſauer- oder Ipſer- (Ypſer-) Schmelztiegel beſtehen aus mit Graphit innigſt gemengtem Thone, ſind ſehr weich, ſo daß man ſie leicht durchlöchern oder durchſchneiden kann, leiten die Wärme ſchlecht, aber ſehr gleichförmig, bleiben daher, einmal erglühet, lange Zeit ſehr heiß, und ertragen das plötzliche Abkühlen weit beſſer, als die Heſſiſchen, aus Thon und Sand gefertigten Schmelztiegel oder deren Vertreter *); ſie zeigen ſich zu allen Schmelzungen geeignet, bei denen weder Schwefel noch Laugmetalloxyde (leichtlösliche Alkalien) noch Salze zum Fluſſe gebracht werden oder als Flußmittel verwendet werden ſollen, und ſind aus dieſem Grunde bei Metallſchmelzungen, ohne dergleichen Zuſätze, ſehr empfehlungswerth. Man bezieht dergleichen große Graphit-Tiegel, wenn man ſelber nicht ganze Sätze ſolcher Tiegel zu kaufen Luſt trägt, zur Fertigung von Tiegelöfen, am billigſten aus Münzſtätten. Um dergleichen Tiegel in Schmelzöfen zu verwandeln, durchbohrt man den Boden derſelben ſo, daß zwiſchen den drei ſchief gegen die Mitte gerichteten, bei ihrer Innenmündung am engſten, mithin kegelförmigen Bodenlöchern Raum genug bleibt, um dort Schmelztiegel ſtellen zu können. Alſo vorbereitet, mauert man ſie ein, unter ihrem Boden einen hinreichend hohen Aſchenraum (Aſchenheerd) unausgefüllt laſſend, der an der vorderen Seite in eine runde Ofenöffnung ausläuft, welche, von Eiſenblech gefertigt, zur Erhöhung des Zuges, die Geſtalt eines abgeſtumpften Hohlkegels oder Trichters erhalten hat, deſſen etwas geneigte Grundfläche (Baſis; hier die weiteſte

---

folgende Tiegel-Maſſen: a) Aus 1
*) Dergleichen Vertreter gewähren unter anderen unfühlbares Pulver
Gewichtstheil möglichſt fein zertheiltem, durch Schlemmen in ſchwarzen) und 2
verwandeltem, zuvor hart gebranntem Thon (am beſten ſog. 1—2 feinſten
Theilen deſſelben ungebrannten Thons; b) aus 8—9 des lezteren und Porzellanſcherben-Mehl
Tiegelſcherben- oder, ſtatt deſſen, Ziegelmehls (kann man Thons und 1—2
dazu verwenden, deſto beſſer); c) aus 8—9 jenes ungebrannten dunkelgrünen, blätt-
auf's feinſte gepulverten venetian. Talks, oder auch gewöhnlichen ſtatt des einen
rigen Talks (d. i. ſog. Nephrit der älteren Apotheken), oder, Chamotte
oder andern, guten Speckſteins. Auch dürfte jener, unter dem Namen Aufführung, als
im Handel bekannte feuerfeſte Thon, welchen man ſowohl zur Ofentheilen zu verwen-
beſonders zur Ausfütterung von Schmelzöfen und einzelnen Die Benennung
den pflegt, zweifelsohne ſehr gute Schmelztiegel gewähren. — gefertigten
Tiegelöfen ertheilt man übrigens nicht nur jenen aus Schmelztiegeln beſtimmt ſind:
Schmelzöfen, ſondern (allgemeiner) allen Oefen, welche dazu wie alle
Schmelztiegel, Behufs deren Erhitzung, aufzunehmen. Schmelztiegel, Mauer- und die
übrigen Thongefäße, und ebenſo auch die gewöhnlichen Back- oder Beſtändigkeit) und
Ziegel-Steine, gewinnen ungemein an Feſtigkeit (Witterungs-
Dauerbarkeit, wenn ſie beim Formen möglichſt ſtark gepreßt wurden; vergl. m.
Deutſch. Gewerbsfreund IV. 66, 103. Anm. 144 u. 525.

Mündung des Trichters) abwärts nach Außen hin gerichtet iſt und der durch eine Thüre verſchloſſen werden kann, während der ganze Trichter den mittleren Theil einer größeren Ofenthür darſtellt, die man öffnet, um die Aſche aus dem Aſchenheerde zu entfernen, ſie außerdem aber geſchloſſen läßt. Sezt man nun noch auf den oberen Rand eines alſo hergerichteten Schmelzofens einen, außen mit eiſernen Handgriffen verſehenen, den Rand übergreifenden, drei Fuß hohen, abgeſtumpften, oben 3 Zoll weiten, von ſchwarzem Eiſenblech gefertigten (zweckmäßiger: innen gefütterten oder ſtatt deſſen, möglichſt glatt erhaltenen) Hohltrichter, deſſen obere Ausmündung man durch einen Schieber beliebig zu verengen vermag, ſo iſt die dann in dem Ofen erzeugbare Hitze in ſolchem Grade heftig, daß man in den meiſten Fällen ein Gebläſe zur Feuer-Verſtärkung ganz entbehren kann *). — Mit dem Abfall der Graphit-Tiegel (den gepulverten Bruchſtücken, Bohrſtaub ꝛc.) füttert man tragbare, d. h. nicht

*) Die Flamme ſchlägt, ſobald die hohlkegelige Zugröhre aufgeſezt worden, zu deren oberen Mündung, bei lebhafter Feuerung nicht ſelten gegen anderthalb Fuß hoch und darüber heraus, und kann in dieſer Höhe ſehr wohl, z. B. zu Abdampfungen, Platintiegel-Glühungen und dergleichen benuzt werden, ſobald man nur an der erwähnten Mündung auswärts gerichtete, emporgebogene Eiſenſtäbe befeſtigt hatte, die von einem eiſernen Ringe zuſammengehalten werden, in welchen andere, kleinere, ebenfalls mit nach Außen gerichteten Hacken verſehenen Ringe eingehängt zu werden vermögen. Ringe und Stäbe oder Hacken, und ebenſo die etwa in den Ofen einzuhängenden Roſte, überzieht man, damit ſie nicht verbrennen, mit demſelben Beſchlag, mit dem man den Ofen und die Zugröhre futtert oder beſchlägt. Die oben herausſchlagende Flamme läßt ſich übrigens auch zur Erhitzung von Luft verwenden, ſei es um dieſe dem Feuerheerde des Ofens ſelbſt (vergl. oben S. 355) oder anderen Gegenſtänden zuzuführen, welche dadurch getrocknet werden ſollen, oder auch, um mit ihr die Brennſtoffe eines anderen, höher ſtehenden Ofens durch deſſen Feuerheerds-Thüre in lebhaftem Brande zu erhalten. Der Graphittiegel-Ofen kann, Falls man ihn mitten unter den Rauchfang, von einer drei, höchſtens vier Zoll dicken Mauer eingefaßt, ſo aufgerichtet hatte, daß er ringsum frei ſteht, außer den Schmelzungen auch zu faſt allen übrigen, mittelſt Ofenhitze zu vollziehenden chemikaliſchen Verrichtungen verwendet werden; z. B. ſowohl zur Deſtillation: flüchtiger, zum Verflüchtigen Waſſerſiedhitze nicht beträchtlich überbietender, als auch zu jenen feuerbeſtändigerer, ſtarrer oder tropfbarer Gegenſtände, und damit denn auch zu ſogenannten Reverberationen; denn — mit dem beſchriebenen Auffatze verſehen — gewährt der Ofen eine Hitze, welche mindeſtens den höchſten Hitzgraden jedes Reverberirofens gleich kommt, und es bedarf geringer Abänderungen, um ihn ein für allemal ſo einzurichten, daß er beliebig zu Schmelzungen, zu Deſtillationen und Sublimationen aller Art, zu Abdampfungen und dergleichen ſich brauchbar zeigt. Bringt man nämlich außen an der Seite, ſenkrecht über- und 6—8 Zoll von einander in der Mauer und dem Ofen, Oeffnungen an, welche beim Nichtgebrauche mit Klappen oder Thüren verſchloſſen werden können, macht man ferner ſchräg gegenüber dieſer Thüren-Seite, ſowohl in dem oberen Rand des Schmelztiegel-Ofens, als auch in der dieſen umgebenden Mauer, einer paſſenden Ausſchnitt zur Aufnahme eines Kapellenhalſes, und verſieht man die Innenwände des Ofens, in verſchiedenen ſenkrechten Abſtänden, mit in verſchiedenen Höhen ungleich langen, eiſernen Hervorragungen: hinreichend ſtark, um — eiſerne Roſte umfaſſende und feſtigende — ungleiche Durchmeſſer darbietende, eiſerne Ringe aufnehmen und

eingemauerte, eiſerne Schmelzöfen, z. B. die gewöhnlichen Wind- oder Schmelzöfen der Apotheker und der Laboranten, darum ſehr vortheilhaft aus, weil der Graphit die Wärme-Ableitung ſolchen Lehmfutters oder Beſchlags beträchtlich ſchwächt, der Verbrennung des von ihm bedeckten Eiſens widerſteht und dem Eiſen ſelbſt ſtark anhaftet. Jedes, die Dicke der Wände ſolcher gußeiſerner oder eiſerblecherner Oefen vermehrerende Futter nennt man den (Ofen-) **Beſchlag**, und wenn derſelbe ſchon bei mäßiger Dicke die Hitze

---

tragen zu können, ſo kann man nicht nur den Feuerheerd von dem dann doppelten (in und unter dem Tiegel befindlichen) Aſchenheerde trennen, ſondern auch beliebig ſenkrecht verlängern oder verkürzen. Mit ähnlichen eiſernen Hervorragungen muß man aber auch den oberen Innenrand des Ofens verſehen, um breitrandige, in ihrem vorn ausgeſchnittenen Rande an drei anderen Stellen, deren jede 45° von der nächſten fernt, mit verſchließbaren Zuglöchern verſehene **Kapellen**, oder ſtatt derſelben tiefe **Waſſerbad**- und **Dampfbadkeſſel** aufnehmen zu können. Endlich kann man noch an zwei einander gegenüberſtehenden Seiten des Ofens und des zugehörigen Mauertheils, ungefähr in der Mitte ſeiner Höhe runde, mit Schiebern verſchließbare, etwa 2 Zoll Durchmeſſer habende Oeffnungen erbohren, um ſteingutene oder porzellanene, oder eiſenblechene Glasröhren in ſich faſſende, in der Mitte der Länge nach durchſchnittene Röhren hindurch ragen zu laſſen, deren obere Hälfte, wenn die Röhre den Ofen in nicht vollkommen wagerechter, ſondern etwas geneigter Richtung durchſtreckt, ſo weit ſie dann im Ofen ſich befindet, beliebig hinweggenommen, oder, als Deckel, wieder aufgepaßt zu werden vermag, oder auch, ſtatt ſolcher Röhre und **Röhrenträger**: um einen eiſernen Flintenlauf, den man durch den Ofen erglühen und gewiſſe Zeiten hindurch im Glühen erhalten will, zu tragen. Alle in dem alſo veränderten Ofen befindliche eiſerne Hacken, Roſtringe und Roſtſtäbe, Oeffnungsränder und Oeffnungsſeiten, Innenwände der eiſenblechenen, zum Feſthalten der aufzutragenden Maſſe mit eingenieteten, eiſernen Hacken verſehenen Thüren (und ebenſo auch die der aufzuſetzenden Zugröhre) müſſen durch einen guten, feuerfeſten Beſchlag gegen Verbrennung möglichſt geſchüzt werden. Dergleichen **erdige Kitte** oder **Ofenbeſchläge** gewähren, auch für die Innenwände und Roſte gewöhnlicher gußeiſerner oder eiſenblecherner **Windöfen** (ſ. m. Einleit. u. d. n. Chem. a. a. O.) innige Gemenge von Lehm, Ochſenblut, Kalbshaaren, Kochſalz, Gerſtenſpreu und Kohlenpulver, oder, ſtatt deſſen zweckmäßiger Graphitſtaub, vorausgeſezt, daß man ſie (nachdem ſie aufgetragen worden), um das Anbrennen und Verbrennen ihres Gehalts an brennbaren Dingen zu verhüten, noch mit einem nur erdigen Ueberzug bekleidet, eigener Erfahrung gemäß vorzüglich folgende zwei Gemenge, von denen das erſtere als eigentlicher Beſchlag (auf die Wände eines Windofens 1 Zoll dick, auf die des Zugtrichters 1/2 Zoll, auf die Außenflächen der Hacken, Roſtſtäbe ꝛc. höchſtens 2 Linien ſtark) aufgetragen und mit dem breiten Ende eines Hammers gelinde feſtgeklopft oder gedrückt wird, das leztere hingegen als äußerſter, nicht brennlicher Ueberzug dient. Man vermengt auf's innigſte vier Gewichtstheile Graphitſtaub mit einem Gewichtstheil Thon oder Lehm, dem man zuvor ſo viel Ochſenblut beigegeben hatte, daß er damit einen dünnen Brei bildet; nachdem das Gemenge auf's vollkommenſte durchknetet worden, trägt man es raſch auf, ſtreicht es feſt an, beſtäubt es mit feinſtem Ziegelmehl, legt ein Stückchen paſſend gekrümmtes Eiſenblech gegen die beſtäubte Fläche, und klopft an deſſen Außenfläche mit dem Hammer, rückt dann das Blech weiter, und klopft auch hier und ſo fort an allen Stellen. Sobald ſämmtliche Innen-Oberflächen des eiſernen Ofens, oder der eiſernen Theile des Graphit-Ofens in ſolcher Weiſe möglichſt feſt angedrückt worden, macht man in dem Ofen nicht ein ſchwaches, ſondern ſogleich ein heftiges Feuer, ſo daß der Ofen wenigſtens eine halbe Stunde hindurch innen glüht (man wird, in

im höheren Grade beiſammen hält, als andere Beſchläge der Art von ſehr beträchtlicher Dicke, ſo iſt jener dünnere ſchon darum vorzuziehen, weil er den inneren, zur Aufnahme von Brennſtoffen und Feuergeräthen (Tiegeln, ſog. Kapellen, u. dgl.; vergl. m. „Einleit. in die neuere Chemie." S. 141 und 158 ff.) aller Art beſtimmten Feuerheerd und Arbeitsraum am wenigſten ſchmälert, und dieſes iſt der Fall bei gehöriger Verſetzuug des Beſchlag-Gemenges mit feinzerſtiebtem, mit etwas Branntwein angefeuchtetem und darauf mit

---

Folge der ſchlechten Wärmeleitung des Beſchlages, an den Außenwänden von ſolcher Gluth nichts wahrnehmen, auch wenn ſie noch einmal ſo lange angehalten hätte), läßt ihn dann faſt gänzlich erkalten, und überzieht nun den Beſchlag mit einem innigen Gemenge von zwei Theilen Thon und ſieben Theilen zuvor durch Ausglühen, Ablöſchen in kaltem Waſſer und Pulvern in feinſten Staub verwandelten Quarzes oder Quarzſandes, läßt dieſen Ueberzug erſt am warmen luftigen Ort trocknen, trägt dann eine zweite Lage auf, und, nachdem auch dieſe trocken geworden, eine dritte u. ſ. f., bis, im eiſernen Windofen, der Ueberzug anderthalb bis zwei Zoll Dicke erreicht hat (die Stäbe, Hacken u. dergl. werden jedoch nur zweimal, und zwar zuſammen bis zur Dicke von 1 bis 2 Linien überzogen, nachdem ſie zuvor dem Breie von Graphit und Branntwein überſtrichen und vollkommen trocken geworden waren) und erhizt ihn endlich ebenfalls bis zur ſtarken Gluth. Alſo behandelt bekommt weder der eigentliche Beſchlag, noch der Ueberzug Riſſe oder Sprünge, und zeigt ſich fortan ungemein dauerbar. — Hinſichtlich der Eingangs dieſer Anmerkung gedachten Benutzung der Flammenſpitze zur Luft-Erhitzung, verdient noch bemerkt zu werden: daß Cabrol (ehemals Direktor der Eiſenwerke von Decageville im Departement Aveyron) — da bei Erhitzung der Luft mittelſt der Hohofenflamme, in Folge der großen Entfernung der Gicht von der Form, die Luft, bevor ſie in den Ofen tritt, bereits beträchtlich abgekühlt, und überhaupt nicht ſo heiß iſt, als ſie zu werden vermag, wenn ſie nicht von erhizten Röhren, ſondern unmittelbar verbrennenden Körpern ihre Temperatur-Erhöhung empfängt — ſtatt der in Röhren erhizten Luft: dem Ofen eine Luft zuführt, die erſt kurz vor ihrem Eintritte in den Feuerraum des Ofens, durch in ihr ſtattgehabte theilweiſe Verbrennungen im hohen Grade erhizt worden iſt. Cabrol bewerkſtelliget dieſes, indem er in einem Kaſten von Gußeiſen, in den durch deſſen Boden der Wind des ununterbrochen wirkenden Gebläſes einzuſtrömen vermag, einen innen mit ſchlechten Wärmeleitern gefütterten Heerd aufgeführt, auf den Steinkohlen im Verbrennen begriffen glühen, deren Gluth dann jene unten eingeſtrömte Luft erhizt, welche, die Gluth durchſtrömend, einen Theil ihres Oxygen zur weiteren Verbrennung der Kohlen und dadurch zur weiteren Erhitzung ihres übrigen Oxygen (ſammt Oxygen nnd gaſigen Verbrennungs-Erzeugniſſen) abtritt und unmittelbar darauf durch eine kurze Röhrenleitung zur Form fortſtreicht. C. nennt dieſe Vorrichtung Appareil à gaz réducteurs, d. i. Vorrichtung mit reducirten Gaſen (insbeſondere Carbonſäure- und Carbonoxydgas, das den Reſt von Oxygengas, ſo wie das Azotgas, und vielleicht auch Hydrocarbongas, ſammt dem beim Glühen der Heerdkohlen etwa erzeugten Waſſerdampf zur Form begleitet, und daher neben dem Zündgas, nämlich dem glühendheißen Oxygengaſe, auch brennbares Gas und zerſetzbares Waſſergas — oben S. 368). In hieher gehörigen Verſuchen verminderte ſich der Coaksgebrauch von 3097 auf 2037, während die Ausbeute ſich in der Zeit der Verſuche, mit zunehmender Hitze der Luft, Tag für Tag von 7045 Kilogramm zu 7535 ſteigerte, ſo daß man hoffen durfte, durch möglichſt erhöhete Erhitzung der Luft, die Ausbeute mit derſelben Coaksmenge noch einmal ſo hoch treiben, als bisher bei Anwendung von kalter Luft. Indeſſen iſt es nicht lediglich dieſe Erhitzung, welche ſo große Vortheile

der übrigen Maſſe tüchtig durchkneteten Graphit. Man muß einen alſo zubereiteten Beſchlag jedoch nicht unmittelbar auf die Innenwände des Ofens ſtreichen, ſondern dieſe zuvörderſt mit Graphit überpinſeln laſſen, den man (nach Art der Häfner) zuvor mit Branntwein zum dünnen Breie angerieben hatte. — Unter den *Windöfen* haben ſich vorzüglich brauchbar gezeigt: der *Black'ſche*, von *Weſtrumb* und ſpäter von *Klaproth* verbeſſerte; m. Einleit. in die neuere Chemie, S. 74 ff. und *John's* Laboratorium, S. 2 ff., der *Sefſtröm'ſche* u. m. a.; vergl. a. a. O. — Der *Aſchenheerd* dieſer Oefen darf, wenn man *heiße* Luft dicht über oder dicht unter dem Roſte einſtreichen läßt, ſehr klein ſein und *unten*, im Boden (zwiſchen den Ofenfüßen) ſeine verſchließbare, den Zug befördernde Oeffnung haben, muß aber bei gewöhnlicher Luftzuſtrömung hinreichenden Hohlraum darbieten. Die 1/2 dicken, vierkantigen, mit der einen Kante nach oben, mit der andern nach unten weiſenden Roſtſtäbe dürfen nicht zu enge, aber auch nicht zu weit, am beſten 1/4 Zoll von einander liegen, damit ſie durch Aſche nicht verſtopft werden und Kohlen nicht durchfallen laſſen, und müſſen ſo gerichtet ſein, daß ſie mit ihren Enden gegen die Feuerheerds-Thüre hin ſtrecken. Auch iſt es zweckmäßig für den Ofen, mehr als einen

---

gewährt, ſondern auch die größere Menge von Luft, die in den Ofen mit hineingeriſſen wird, und die das der heißen Luft durch die Heerdkohlen zuvor entzogene Oxygengas, zu Gunſten der Verbrennung der Coaks im Ofen, wieder erſezt. Denn die Düſe füllt den offenen Theil der Form nur zum Theil aus, es bleibt alſo noch viel Raum neben der Düſe für jene Luft, welche, in Folge des ſtarken Gebläswindes, mit in die Form geriſſen wird. Dieſes Hineinreißen der Luft iſt Folge der Verdünnung, welche die Luft in der Düſe durch den einſtürzenden Gebläswind erleidet, und erfolgt nach demſelben Grunde, nach welchem ein ſchwerer Körper zu einer in einem Brett befindlichen Oeffnung herauf getrieben (ſcheinbar hinauf gezogen) wird, wenn man von der entgegengeſezten Seite her, mittelſt eines Blaſebalges, Luft ſchnell in die Oeffnung treibt; ſ. w. oben. Damit nun aber die Gichtflamme nicht unbenuzt bleibt, verwenden ſie *Houzeau-Muiron* (von Reims) und *Fauveau-Deliars* (von Grandpré in den Ardennen) zur *Verkohlung des Holzes* (oben S. 383), wobei ſich dann die beim Röſten des Holzes entweichenden brennbaren Gaſe für den Hohofen benutzen, die dabei erlangten Holzkohlen aber entweder auf gleiche Weiſe verwenden, oder, Falls man den Ofen mit Steinkohlen feuert, vortheilhaft verkaufen laſſen. Denn während bei ber ſonſt gewöhnlichen, in Holzeſſig-Brennereien aber ſchon längſt außer Gebrauch gekommenen Verkohlung des Holzes in *Meilern* die Hälfte an Brennſtoff ungenuzt verloren ging (das lufttrockene Holz enthält nämlich beiläufig im Durchſchnitt 25 pro Cent Waſſer und mithin nahe 75 prCt. Brennſtoff, gibt aber in Meilern verkohlt, nur 25 prCt. Kohle) wird dieſer Verluſt verhütet, wenn man die Verkohlung in wagerecht liegenden, gußeiſernen Hohlcylindern unternimmt, und die flüchtigen Theile durch — die Carbonſäure und den Holzeſſig zurückhaltenden friſch gelöſchten Kalk leitet und ſo die brennbaren Gaſe zur weiteren Verwendung ſondert, während die Kohlen im Cylinder zurückbleiben; oben S. 384. Statt der Holzverkohlung könnte man, in gleichen Cylindern, mittelſt der Gichtflamme auch Steinkohlen röſten (verkoacken), Torf verkohlen ꝛc. — Bei Kupolöfen wird durch Benutzung *erhizter*, ſtatt kalter *Luft* beträchtlich (gegen 2/3) an Brennſtoff und verhältnißmäßig an Zeit geſpart, denn die vermehrte Hitze beſchleunigt die Schmelzung auffallend.

beweglichen Roſt bereit zu halten (vergl. oben S. 411) und ihn außer dem, bei Schmelzungen und ähnlichen ſtarken Feuerungen erforderlichen, hohlkegelförmigen Zugrohr mit einem entfernbaren Aufſatze zu verſehen, in den man Deſtillirblaſen, Waſſerbad-Keſſel und ähnliche Vorrichtungen ſicher einhängen kann *). — Die oben erwähnten **Kapellen** ſtellen gewöhnlich hohe, aus Thon, Eiſenblech oder Gußeiſen beſtehende Keſſel dar, mit außen umgebogenem Rande, mit dem ſie auf dem Ofen ruhen, und ſind an einer Seite gemeinhin halb kreisförmig ausgeſchnitten, um den Hals einer Retorte beim Deſtilliren herauslegen zu können. Man bedient ſich derſelben in Fällen, wo man zu erhitzende Glasgeräthe (Retorten, Kolben und dergl.) nicht unmittelbar, ſondern durch einen Zwiſchenkörper geſchützt, der Flamme oder der Ofengluth ausſetzen will; man ſchüttet zu dem Ende in die Mitte der Kapelle etwas Sand oder Aſche, ſezt den Kolben oder legt die untere Fläche des Retortenhalſes ſanft darauf, und umſchüttet dieſe Geräthe nun weiter mit Sand oder Aſche, ſo daß ſie nicht nur feſt ſtehen oder lagern, ſondern auch bis zu beſtimmten Höhen gleichförmig heiß erhalten werden; man nennt dann eine alſo vermittelte Erhitzung der Gefäße ein **Sand-** oder **Aſchenbad**. Läßt man die Stelle der Kapelle durch ähnliche, noch tiefere Keſſel vertreten, die nicht in den Ofen unmittelbar, ſondern in eine, in ihn hinabreichende, metallene Waſſer-, oder auch dichtere, bei höheren Temperaturen ſiedende Flüſſigkeiten enthaltende Deſtillirblaſe (oder ſog. **Brennkeſſel** eingehängt ſind, ſo kann man die-

*) Ungemein wird der **Zug** verſtärkt und mithin die Feuerſpende und Wirkſamkeit des Ofens erhöhet, wenn man den **Aſchenheerd** oder ſog. „Aſchenfall" durch ein den Fußboden des Laboratoriums durchſetzendes, z. B. in den darunter befindlichen Keller hinabreichendes Zugrohr verlängt, das nach ſeiner unteren Mündung hin allmählig kegelförmig ausgeweitet iſt. Und um zugleich die Hitze des Ofens für den eingeſezten Schmelztiegel möglichſt beiſammen zu halten, verſchließt man die obere Ofenmündung durch eine eiſerne, auf der dem Ofen zugewendeten Seite mit Chamotte ausgefütterten eiſernen Platte, die man, mittelſt eines an ihrer oberen (äußeren) Fläche geſeſtigten Ringes und daran befindlicher, um eine Rolle gelegter Kette, beliebig aufzuziehen vermag, um den Ofen mit Kohlen zu füllen und, nach ſolcher Füllung, wieder ſinken zu laſſen und ſo den Ofen oben zu ſchließen. In Mitten dieſer Platte pflegt man eine kleine Thüre oder einen Plättchen-Schieber anzubringen, um nach dem Feuer ſehen zu können, den man, wenn das geſchehen, wieder verſchließt. Um nun aber den gaſigen Verbrennungs-Erzeugniſſen und dem Stickgaſe, der im Ofen ihres Oxygengehaltes nach verbrauchter atm. Luft, gehörigen Abzug zu verſchaffen, bringt man in dem Ofen, ſeitwärts, ohnfern der inneren Schließplatten-Seite, eine anfangs, der Dicke der Ofenwand entſprechend, ſchief, dann ſenkrecht aufſteigende, möglichſt hohe Schornſteinröhre an, die man ebenfalls mit einem Schieber verſieht, um den Zug in ſeiner Gewalt zu haben. In **Freiberg** in Sachſen befand ſich ſonſt (ob noch? iſt mir nicht bekannt) ein Schmelzofen von ſehr großer Wirkſamkeit, deſſen Aſchenheerdröhre in den Schacht eines Bergwerkes ausmündete. Aehnliches ließ ſich vielleicht auch auf **Hohöfen** anwenden, und ſo die Wirkſamkeit des Hohofen-Gebläſes unterſtützen. Die Hohöfen ſelbſt ſind übrigens eine **deutſche**, 1727 im Mannsfeld'ſchen gemachte Erſindung.

ſelben beliebig zur Herrichtung eines ſog. Marien- oder Waſſerbades, oder auch zu der eines Dampfbades verwenden, indem man im erſteren Falle in dem eingehängten Keſſel die Retorten ꝛc. nur, ſtatt mit Sand, mit Waſſer (Salzwaſſer ꝛc.) zu umgeben braucht (wo ſie dann nahe ſiedend heiß, aber nicht über die Siedhitze der in der Blaſe befindlichen Flüſſigkeit in ihrer Temperatur geſteigert werden), im lezteren Falle hingegen den eingehängten Keſſel nicht durch die tropfbare Flüſſigkeit der Blaſe, ſondern nur durch deren Dampf erhitzen läßt. Je nachdem man hiebei den Dampf in der Blaſe mehr oder weniger (mittelſt Abſperrung durch geeignete Sicherheits-Ventile) ſpannt, erhöhet oder niedriget man auch die Temperatur des eingehängten Keſſels und der von ihm getragenen Geräthe. Will man Geräthe, z. B. oben zugeſchmolzene Kolben, an beiden Enden verſchloſſene Glasröhren ꝛc., die man zuvor mit gaſigen Materien, oder mit ſolchen, die bei höherer Temperatur in Gaſe übergehen, oder mit ſtarren und tropfbaren (Behufs vollſtändigſter Ausziehung der erſteren durch leztere) ganz oder theilweiſe gefüllt hatte, ſtarken Erhitzungen gefahrlos unterwerfen, ſo eignet ſich hiezu ſehr wohl folgender, der Hauptſache nach hiezu ſchon von den Alchemikern benuzter Handgriff: man ſperrt dergleichen hermetiſch verſiegelte Gefäße in einen mit Waſſer ſo weit gefüllten Papin'ſchen Topf (oben S. 219 u. 327), daß das Gefäß ganz von Waſſer umgeben iſt und es auch während der Erhitzung bleibt.

rr) Legt man in das mit B bezeichnete kleine Kohlenbecken des Flammenträgers ABccAd (Taf. II., Fig. 5.) einige glühende Kohlen, nachdem man die bei d offene, hingegen links bei A geſchloſſene Eiſenblechröhre zuvor ſtark erhizt hatte, wirft dann auf die Kohlen Holzſpänchen, Lederſchnitzel, Haare, Wollen-Abfälle ꝛc., ſo verbrennen dieſe, ohne den mindeſten Uebelgeruch, nämlich gänzlich und daher ohne alle Brennerzeugniſſe; die Flamme tritt aber bei d heraus (weshalb ich der Vorrichtung die Benennung Flammenträger ertheilte) und kann hier zum Leuchten und Heizen beliebig benuzt werden. Die räumlichen Verhältniſſe der einzelnen Theile dieſer, nach meiner Angabe erſt vor Kurzem zuſammengenieteten kleinen, 8 Zoll langen, dem wagrechten Röhrentheile nach ¼ Zoll weiten, bei d etwas verengten, bei c mit einem Roſt verſehenen Vorrichtung unterliegen, wahrſcheinlich noch einer, den Flammenzug mehr begünſtigenden Verbeſſerung, die, durch Verſuche zu ermitteln, für jezt leider meine Zeit nur nicht geſtattete, die aber ſchon im gegenwärtigen rohen Zuſtande des Ganzen die Hoffnung zuläßt: auf dieſem Wege in jedem Zimmer brennbare Dinge aller Art verbrennen und ſo theure Kerzen, Brennöl u. dergl. erſparen, ſowie auch die Küchen-, Stuben- und Windofen-Heerde, durch ähnliche Vorrichtungen in wahrhaft Rauchverzehrende verwandeln zu können. Der Grund jener Wirkungsweiſe des Flammenträgers beruhet aber darin, daß durch die Erhitzung von AA der

Luftdruck unter dem Roſte geringer wird, als über demſelben, ſo daß nun die äußere Luft die Flamme durch die Kohlen und den Roſt in A A und von hier zu d heraus treibt, ſo daß ſie, hier angelangt, in wiſſenſchaftlichen Verſuchen der Chemiker, ſtatt der koſtbaren Weingeiſtflamme und ebenſo auch ſtatt der Löthrohrflamme verbrauchsfähig erſcheinen dürfte. Was dieſe Flamme auf ſolchem, ihrer gewöhnlichen Richtung gerade entgegengeſeztem Wege, von Luft=Begleitung zukommt, wird übrigens innerhalb A A erhizt, und verſpricht daher auch in dieſer Hinſicht Beſchleunigung und Vervollſtändignng der gänzlichen Verbrennung aller etwa noch halbverbrannten Flammentheilchen. Lezteres, die Erhitzung der zum Verbrennen erforderlichen Luft, wird indeſſen für Oefen noch vollkommener möglich, wenn man mit ihnen eine an die Einrichtung der Argandiſchen Lampen erinnernde, neuerlich durch Chauſſenot's Gasverbrenner verwirklichte Abänderung ihrer Wände vornimmt, durch welche die Luft genöthigt wird, bevor ſie die Brennſtoffe erreicht, einen ſtark erhizten Raum zu durchſtreichen; vergl. Dingler's polyt. Journ. LX. 348. Schon Kunckel gedenket eines ſolchen, den Rauch vollkommen verzehrenden, von einem Ungenannten erfundenen Experimentirofens, durch deſſen Roſt nur etwas Aſche fällt, aber ohne ihn zu beſchreiben. Dieſer Gasbrenner beſteht nämlich aus zwei cylindriſchen, dergeſtalt in einander geſtellten Zugröhren (Zuggläſer), daß ſie einen ringförmigen Zwiſchenraum einſchließen, ſo daß, während im inneren Cylinder die blendend weiße Gasflamme brennt, die Luft jenen ringförmigen Zwiſchenraum durchſteigen muß, um zur Flamme zu gelangen; wobei ſie ſich denn, auf dieſem Wege zur Flamme, beträchtlich erhizt. — Die Wirkung des Flammenträgers ähnelt übrigens, in gewiſſer Hinſicht, jener der neuerlich in Gebrauch gekommenen Gaslampen, in denen z. B. mit Terpentinöl verſezter Weingeiſt (welche Beimiſchung die Bläue der Weingeiſtflamme tilgt und in blendende Weiße verwandelt) nicht durch Dochte in tropfbarer Form zum Anzünden herauf gezogen, ſondern, von Außen erhizt, als ſehr heißer Dampf der Verbrennung unterworfen wird. — In Fällen, bei denen es darauf ankommt, phyſiſche Gemiſche von brennbaren Gaſen und atmosphäriſcher Luft, oder ſtatt derſelben Knall=Luft, d. i. ein phyſiſches Gemiſch von 1 Volum Oxygen= und 2 Volum Hydrogen=Gas, zu verbrennen, ſeien erſtere nun, wie lezteres, abſichtlich veranſtaltet worden, oder in Folge irgend einer Nachläſſigkeit entſtanden, muß man vor Allem darauf Bedacht nehmen, daß, wenn man dergleichen Gemiſche zu engen Mündungen ausſtrömen und hier an der Mündung, innerhalb der Außenluft, anzünden läßt, keine Rückzündung ſtatt findet, die, als ſolche, da ſie nicht einen kurzen, dünnen Gasgemiſchſtrom, ſondern die ganze Gasmaſſe auf einmal trifft, ohnfehlbar von: furchtbarem Druck nach Außen entwickelnden, Verknallungen (Exploſionen) begleitet, und mithin jedenfalls mehr oder weniger gefährlich

ſein würde. In Betreff der eigentlichen Knallluft — die man, mittelſt des nach ihr benannten, von Newman erfundenen und mannichfach verbeſſerten ſog. Knallluft-Gebläſes, in irgend zuläſſigem Grade zuſammengedrückt, in Form eines feinſten Gasſtroms anzündet, um durch deſſen Verbrennung an der Flammenſpitze die möglich heftigſte Brennhitze zu erzeugen, ſei es, um dadurch kleine Mengen ſehr ſtrengflüſſigſte Körper zu ſchmelzen oder bei heftigſter Gluth ſtark leuchtende Materien, z. B. Kalk, zum lebhafteſten, für wiſſenſchaftliche Zwecke das Sonnenlicht erſetzenden und überbietenden Selbſtleuchten zu bringen und darin zu erhalten — kann man ſolcher Gefahr zwar mit vollkommener Sicherheit dadurch entgehen, daß man beide Gaſe (das Hydrogen- und das Oxygen-Gas) nicht zuvor in Maſſe vermiſcht, ſondern erſt am Anzündungsorte ſich durcheinander bewegen läßt, hingegen iſt dieſes unmöglich bei allen in langen Röhren fortgeleiteten, zufällig durch mit eingetretener atmosphäriſcher Luft in Knallgas verwandelten brennbaren Gaſen, z. B. in denen zu ſog. Gas-Beleuchtungen beſtimmten, durch Steinkohlen-Vercoakung, Torfröſtung, Oel-Zerſtörungserhitzung ꝛc. gewonnenen Brenngaſen. Um nun für dieſe und für alle ähnlichen Fälle, und ebenſo auch für Knallluft-Gebläſe älterer Einrichtung, die Verbrennung gefahrlos vor ſich gehen zu machen, muß man das Gas durch ſo enge Röhren an die Luft treten (und hier anzünden) laſſen, daß es innerhalb der Ausſtrömungsröhren, in Folge der Berührung des kalten, Wärme ſchnell ableitenden Röhrenmetalles, nie glühend heiß wird, ſondern ſtets kühl bleibt. Je enger die Ausſtrömungsröhre, um ſo dünner iſt nothwendig der daſſelbe durchſtreichende Gasſtrom und um ſo eher iſt er abzukühlen; umgibt man aber die Ausflächen von dergleichen Ausſtrömungsröhren außerdem noch mit, am Verdampfen nicht gehinderten, gehörig wieder zu erſetzendem Waſſer, ſo werden ſie ſich um ſo kühler erhalten, und in gleichem Maße die Gefahr der Rückzündung mindern. In dieſer Hinſicht ſind nun jene neueren Erfindungen ſehr ſchätzbar, welche die Engung der Ausmündungsröhren bis zu einem Grade treiben laſſen, wo die erforderliche Gas-Abkühlung, wenn dergleichen Röhren auch nur ½ Zoll Länge haben, bis zur völligen Gefahrloſigkeit eintritt. Insbeſondere ſcheint ſolchen Anſprüchen Genüge zu leiſten: Wilkinſon's Ausmündungscylinder mit gefurchtem Stöpſel; vergl. Dingler a. a. O. LX. 9. W. verfertigt nämlich einen ſtarken meſſingenen Hohlcylinder, ſammt einen in denſelben einſchiebbaren und ſorgfältig eingeſchliffenen, durch und durch meſſingenen Stöpſel, zieht dieſen heraus, ſchneidet in deſſen Oberfläche Längenfurchen von der Tiefe eines Haarröhrchen-Durchmeſſers ein, und ſezt ihn hierauf wieder in ſeine Hülſe feſt ein. Dient nun dieſe alſo gefüllte Hülſe einem Knallluft-Gemiſche zur Ausſtrömungs-Vorrichtung, ſo kann das Gemiſch, wenn es heraustretend angezündet, nie das nachſtrömende

Gas in ſolchem Maße erhitzen, daß es ſich innerhalb der Furchen nicht wieder vollkommen zu kühlen vermöchte. Die Furchen aber bieten außerdem noch den Vortheil dar, daß ſie ſich, wenn der Stöpſel herausgezogen worden, leicht wieder reinigen laſſen, falls ſie theilweiſe Verſtopfungen erlitten haben ſollten. Zweckmäßiger wäre es vielleicht, wenn man dem Stöpſel die Geſtalt eines ſtark abgeſtuzten Kegels, und ebenſo auch der Hülſe oder Mutter die ähnliche eines ebenſo ſtark abgeſtumpften Hohlkegels gebe, weil in dieſem Falle, wenn der engere Theil des lezteren und damit der dünnere des erſteren, nach Außen hin in etwas zuſammen gerichtet iſt, auch die Ausgänge der Furchen eine entſprechende Neigung zu einander darbieten, und mithin die Bildung einer zuſammenhängenden Flamme und damit einer Flammenſpitze möglich machen; was z. B. in Verſuchen, wo die Flamme zu Schmelz-Verſuchen dient, von Wichtigkeit iſt.

ss) Die Ausſtrömungs-Röhrlein oder Furchen müſſen aber nicht nur wegen nöthiger Gas-Kühlung ſehr enge und nicht zu kurz ſein, ſondern auch: weil leicht die Flamme, ſammt atmosphäriſcher Luft, durch dieſelben in das Gasgemiſch dringen kann; in Folge der durch den Stoß des ausſtrömenden Gaſes innerhalb der Ausſtrömungs-Furchen erfolgenden, bereits oben S. 414 Anm. angedeuteten Gasverdünnung und dem daraus entſpringenden überwiegenden Druck der Außenluft, wie Gleiches auch bei dem Waſſertrommel-Gebläſe (oben S. 368) der Fall iſt, und in verwandten Fällen von Hatchette, Edwards und Volz, und gewiſſermaßen auch von Faraday wahrgenommen wurde. Da dieſes Phänomen eine nichts weniger als unbeträchtliche Anzahl von Natur-Erſcheinungen und Körper-Verhalten erläutert und erläutern hilft, ſo wird es nicht unpaſſend ſein, Hiehergehöriges näher in's Auge zu faſſen und mit bekannten zugehörigen Phänomenen zu vergleichen; wie in Folgendem verſucht wird:

α) Wenn aus einer Oeffnung eines Gas-Behälters Gas (Luft oder Dampf) hervorſtrömt in die vorgelagerte äußere Luft, ſo übt ſolches Gas einen von einer gewiſſen Geſchwindigkeit begleiteten Druck, d. i. einen Stoß gegen die Luft aus und verſezt dieſe dadurch in Wellen-Bewegung und ebenſo auch die Ränder der Oeffnung und die Flächen der zugehörigen Röhre. Hiedurch erfolgen aber Zurückſtoßungen der gaſigen Flüſſigkeiten durch die ſchwingenden Flächen und Luftwellen, und zwar mit ſolcher Schnelligkeit, daß die dadurch entſtehenden leeren Räume von der Außenluft nicht mit gleicher Schnelle wieder erfüllt werden können, was dann Strömungen ſowohl der Außenluft ſelbſt, als in obigem Falle: auch der Flamme nach den entſtandenen leeren Räumen hin zur Folge hat; ſind dieſe nun ſehr kurz, ſo kann es kommen, daß Luft und Flamme, durch die Röhre hindurch, in das Gasgemiſch des Behälters dringen und dieſes ſofort entzünden. Auf

ähnliche Weiſe entſteht ſcheinbare Anziehung leichter Körperchen zu klingenden (ſchwingenden) Stimmgabeln, und demſelben Geſetze gemäß bewegen ſich auf denen zu Klangfiguren beſtimmten (Glas-, Metall-, Holz- ꝛc.) Scheiben; leichte Stoffe (z. B. Bärlappſaamen, feiner Sand u. dergl.) von den Ruh-Linien ſogenannter Schwingungs-Knoten zu den ſchwingenden Stellen oder Schwingungs-Bogen hin, und bilden ſich um die Klangfiguren und in deren Zwiſchenräumen, in Form ſogenannter Faraday'ſcher Ergänzungs-Figuren. Schwingt aber der klingende Körper (z. B. die Saite, die Glas-, Metall- oder Holz-Platte, der Stab ꝛc.) in der Guericke'ſchen Leere, ſo mindern ſich dieſe Bewegungen und daraus entſpringenden ſcheinbaren Anziehungen in ſolchem Maße, daß ſie, bei hinreichender Verdünnung der Luft, ganz aufhören oder gar nicht vor ſich gehen; meine Experimentalphyſik. 2te Aufl. II. 377 und Grundz. II. 46.

β) Ob jedoch ausſtrömendes Gas dergleichen Luftverdünnungen zu Wege bringen ſoll oder nicht, hängt zunächſt von der Beweglichkeit des Gasbehälters ab; findet dieſe ſtatt, oder, was daſſelbe ſagen will, ſteht derſelbe (z. B. die das Gas entlaſſende Röhre) frei, ſo treten zunächſt nur die Bewegungen des gewöhnlichen Rückſtoßes ein; ſteht der Behälter aber nicht frei, ſondern befindet er (z. B. eine dergleichen Gas ausſtrömende Röhre) ſich in einer unbeweglichen Maſſe (z. B. in dem zuvor gedachten, mit gefurchtem Stöpſel verſehenen, an und mit dem Gasbehälter befeſtigten Wilkinsſon'ſchen Ausmündungs-Cylinder, oder in einer von ihr durchbrochenen Wand, Tiſchplatte oder dergleichen), ſo ſtößt das ausſtrömende Gas nur gegen die außer dem Behälter befindliche freie Luft, ſezt dieſe in Hohlwellenbewegung und verdünnt ſie dadurch in ſolchem Maße, daß, wenn jenſeits der freien Luft, der Ausſtrömungsrichtung des Gaſes ſenkrecht gegenüber, nicht gaſige bewegliche Maſſen ſich befinden, dieſe durch den Mehr-Druck der an ihren abgewendeten Seiten befindlichen, nicht in Hohlwellung und mithin auch nicht in Verdünnung gerathenen Luft (auf welche der Stoß des ausſtrömenden Gaſes nicht wirken konnte, weil die bewegliche Maſſe zwiſchen ihr und dem Gasſtrom ſich befand) zu der Mündung der Gasausſtrömungsröhre hingeſchoben und ſo von dieſer Mündnng ſcheinbar angezogen werden; wie ſolches Hatchet und Edwards an folgenden auf den erſten Anblick den Geſetzen des Stoßes ſcheinbar widerſprechenden Bewegungen nachwieſen, und wie es ſich an der Entſtehung und Wirkung der ſog. Waſſer- und Windhoſen oder Tromben, und eben ſo auch an Volz's hieher gehörigen Verſuchen auf eine ſehr auffallende Weiſe bekundet. Bohrt man nämlich in eine feſte, wagerechte Platte (z. B. Tiſchplatte) ein Loch, weit genug, um die Mündung eines Handblaſebalges genau ſchließend in ſich aufzunehmen, läßt hierauf durch eine zweite Perſon unterhalb des Loches, demſelben ſenkrecht entgegen, eine zweite,

nicht zu ſchwere Platte freibeweglich (auf flacher Hand) halten, die drei= bis viermal größer iſt, als der Querdurchmeſſer der Blaſebalg-Mündung, und ſtößt nun aus dem zuvor geweiteten Blaſebalg, durch ſchnelles, gleichmäßiges Zuſammendrücken deſſelben, Luft gegen die bewegliche Platte hin aus, ſo wird dieſe nicht zurückgeſtoßen, ſondern herbei bewegt, als ob die Blaſebalg=Mündung ſie herbeizöge; oder bläßt man raſch und gleichmäßig durch ein, in einer feſten Platte eingefügtes Rohr gegen ein der Rohr=Mündung ſenkrecht gegenüber befindliches Blatt Papier, ſo wird dieſes zu derſelben hingetrieben. Tritt nun alſo Knallgas durch (wenn auch enge, doch) ſehr kurze Röhren in die Luft, um hier entzündet zu werden, ſo wird der Flamme begegnen können, was ihr im Flammenträger wiederfährt und was das Blatt Papier ꝛc. in den beſchriebenen Verſuchen erleidet; ſie wird in die Röhre treten, und, bei zu geringer Länge derſelben, ſie durchwehen und ſo die Geſammtmaſſe des Knallgaſes im Behälter erreichen. — Verbindet man, nach Volz, eine vorn enge, weiterhin dagegen beträchtlich größeren Querdurchmeſſer darbietende, wagrecht gefeſtigte Röhre, die an einer Stelle ihrer Unterfläche durchlöchert iſt, hier mit einer zweiten, an Enge dem vordern Theil des wagerechten Rohres gleichkommenden offenen Röhre — deren unteres Ende um etwa ¼ der ſenkrechten Länge heberförmig aufwärts gebogen, an dieſer Mündung kelchförmig ausgeweitet und bis zu derſelben mit Waſſer oder einer anderen tropfbaren Flüſſigkeit gefüllt iſt — indem man die Mündung des längeren Schenkels der zweiten Röhre in die untere Oeffnung der erſten, wagerechten, einkittet, und treibt dann durch den vorderen, engeren Theil der erſteren Röhre einen anhaltenden Luftſtrom in deren weiteren Theil, ſo wird die Luft dieſes Theiles dadurch ſo verdünnt, daß das in dem unteren Theile der zweiten Röhre ſtehende Waſſer in den längeren Schenkel anſteigt und daher hier höher ſteht, als in dem kürzeren. — Es iſt denkbar, daß man durch eine dieſer Röhren=Verbindung ähnliche Vorrichtung im Großen würde Waſſer zu nicht unbeträchtlichen Höhen anſteigen machen und heben können, und wüßte man hiebei die Sache ſo einzurichten, daß das Einblaſen der Luft n das obere Rohr von Zeit zu Zeit ausſezte, ſo würde es hiedurch möglich werden, lediglich mittelſt des wechſelnden Fallens und Anſteigens des Waſſers im kürzeren Schenkel eine, mit einem Hebelarme verbundene Kolbenſtange, und dadurch Maſchinen in Bewegung zu ſetzen. Käme eine dergleichen Vorrichtung zu Stande, ſo könnte man ſie, wie ich glanbe, durch Blaſe=Heber am kürzeſten und treffendſten bezeichnen. Zur Erläuterung diene noch Fig. 7 der IIten Tafel, wo a den engeren, kürzeren, b den weiteren Theil des wagerechten Rohres AA, c den längeren, d den kürzeren Schenkel des Hebers BB, e aber die mit einem Hebelarme (z. B. mit A in Fig. 11 der erſten Tafel) verbundene, ſenkrecht auf und nieder bewegbare Kolbenſtange bezeichnet, die mit ihrer Unterfläche

das Waſſer des kürzeren Schenkels in d berührt. Geſezt, man gebe ſolcher wagerechten Röhre eine feſte Stellung über dem Spiegel eines Fluſſes, ohnfern von deſſen Ufer, und zwar ſo, daß das vordere, enge Röhrenſtück — das man an der Mündung trichterförmig auszuweiten hätte (damit es mehr Wind zu fangen vermöge) — der Haupt-Windſeite, für unſere Gegenden der Weſtſeite, zugekehrt erſchiene, und ließ den weiteren Theil derſelben über das Ufer hinaus oberhalb einer ebenen Wieſe ſich ausmünden, ſo würde, wenn die Röhre nicht zu hoch über dem Waſſerſpiegel ſich befände, während (ſtatt der zweiten ſenkrechten Röhre, für dieſen Zweck) eine einfache ſenkrechte, des ungleichen Waſſerſtandes wegen mindeſtens anderthalb Fuß tief in das Waſſer hinabreichte, die Möglichkeit vorliegen, von Zeit zu Zeit, wenn Winde wehen, die in der Regel keinen Regen bringen (z. B. für unſere Gegenden öſtliche), durch das Einblaſen dieſer Winde die Wieſe zu wäſſern. Vortheilhaft würde es ſein, ſtets wenigſtens zwei dergleichen Vorrichtungen nebeneinander aufzuführen, eine, die mit dem vorderen, engeren Ende der wagerechten Röhre gegen Weſten, eine andere, die hiemit gegen Oſten gerichtet iſt; der Trichter vor dieſem vorderen Ende würde, bei beträchtlicher Weite, bei der einen auch die nord- und ſüdweſtlichen, bei der anderen die ſüd- und nordöſtlichen Winde fangen, und dieſe würden in der engen Röhre zwar ſtets Luftwellen von entſprechend geringer Kürze zur Folge haben, nichtsdeſtoweniger aber ſämmtliche, in dem weiteren Röhrentheile befindliche Luft in fortſchreitende Wellenbewegung und damit in eine Verdünnung verſetzen, groß genug, das Waſſer in der ſenkrechten Röhre zum Steigen bis in die wagerechte Röhre zu bringen. Hier angelangt, würde aber das Waſſer nach beiden Enden hin abfließen; um nun dieſes zu verhüten und zu bewirken, daß der Abfluß nur aus dem der Wieſe zugekehrten Ende ſtatt fände, wäre nöthig, die obere Röhre nicht vollkommen wagerecht, ſondern etwas gegen den Horizont geneigt zu richten, ſo daß das weitere Ende zugleich den Abfluß des angeſtiegenen Waſſers, zur Wieſe hin, vermittelte. Auch könnte man zugleich die Fließungs-Stoßgewalt des Flußwaſſers ſelbſt, für deſſen Anſteigen in die untere Röhre herauf, dadurch in Anſpruch nehmen, daß man mit der Mündung der unteren Röhre einen Stoßheber (m. Grundz. II. 153) verbände.

γ) Dieſe Wirkungsverhältniſſe in ungleich weite Röhren oder durch Platten-Oeffnungen getriebener, in Wellenbewegung begriffener Luft, mit ihren ſcheinbaren Anziehungen, erläutern nun auch einen weſentlichen Theil des Phänomens der Wetterſäulen oder Tromben (oben S. 137), nämlich das durch dieſelben bewirkte ſtellenweiſe Heraufziehen der unteren Luft (was unten kreiſelnde Stürme im Gefolge hat) und des von dieſer Luft bedeckten Meer-, Elben-, Fluß-, Sumpf- ꝛc. Waſſers, das dann gehoben und mit den oberen Wolken fortgeriſſen, nicht ſelten viele Meilen weit von ſeinem

Anſteige=Ort, auf Landflächen wieder zur Erde fällt und hier deren Bewohner durch ungeheure Entladungen von Fiſchen, Fröſchen, in Form ſog. Fiſch=, Froſch= ꝛc. Regen — wie im Sommer 1836 einer dergleichen von ſehr beträchtlichem Umfange im mittleren Frankreich fiel — nicht wenig zu verſetzen pflegt), der bis hieher nur ſehr gezwungen aus denen allerdings nie fehlenden und bei den Blüthen=, Schwefel= ꝛc. Regen die Hauptrolle übernehmenden elektriſchen Anziehungen der Wolken gedeutet wurde. Hat ſich nämlich irgendwo eine Ringelwolke von nicht zu kleiner Ringweite gebildet (ſ. oben S. 132) und ſtürzt von oben her, z. B. aus N oder NNO und NO oder NNW, ſehr kalte und daher ſehr dichte Luft in den Ring ein, ſo wird Alles in Wirkſamkeit geſezt ſein, was erforderlich, um z. B. Meerwaſſer in Kegelform zur Wolke empor zu ziehen, und beſtand die Ringelwolke urſprünglich aus Haufenwolken (oben S. 132 und 133), ſo wird es ſchon aus dieſem Grunde bei ſolcher Waſſerhebung an elektriſchen Entladungen nicht fehlen.

δ) Aehnliches wird ſich aber auch in wagerechten und von der ſenkrechten mehr oder weniger abweichenden Richtungen niederer Luftgegenden und namentlich dort begeben müſſen, wo Lüfte durch Thalöffnungen einſtreichen (oben S. 250 ff.) und es fragt ſich, ob in Fällen: wo ringsum ein gleichzeitiges ſtarkes Barometer-Sinken ſtatt hat, das nach der Mitte hin am größten iſt (oben S. 251) — wie wir etwas der Art am 10ten October 1836 in einem großen Theile von Deutſchland und in angrenzenden, zum Theil ſehr entfernten Landen erlebten — nicht das Einſtürzen von dichterer Luft, durch eine große Ringelwolke hindurch, gegen die darunter befindliche Erdfläche hin, zur nächſten Urſache hat? Vergl. auch oben S. 232 Anm. Die unten, dem Verdünnungsraume zuſtrömende Luft würde, in ſolchem Falle, hauptſächlich aus einer Richtung zu wehen müſſen, welche die entgegengeſezte der oberen Einſtrömung darſtellt. Vergl. m. Arch. f. Chem. u. Met. IX. 311 ff. Das Entgegengeſezte ſolchen Barometer=Fallens muß aber eintreten, wenn von der Erde her Lüfte durch enge Oeffnungen, z. B. aus Vulkanen, in die freie Luft getrieben werden. Es werden dann die über dem Krater ſchwebenden Lüfte und Wolken herabwärts zur Krater=Gegend treiben, und ihre früheren Räume durch Nachſtürzen entfernter Seitenſchichten der höheren Lüfte wieder erfüllt werden, was dort, von woher dieſe Seitenſchichten zufließen, nothwendig: Fallen, hingegen in der Krater=Gegend ſelbſt, gleichzeitig Steigen des Barometers zur Folge haben muß. Nicht ſelten vernehmen wir aus den Zeitungen, daß ſehr entfernte Vulkane heftigſt ſich entleert hatten an Tagen, welche nicht lange vorangiengen: von uns wahrgenommenen, ungewöhnlichen, mit ſtarkem Barometer=Fallen verknüpften Stürmen. — — Jene Phyſiker, welche die elektriſchen Erſcheinungen auf die Wirkſamkeit beſonderer,

unwägbarer Flüſſigkeiten, der ſog. elektriſchen (oben S. 7), bezogen wiſſen wollen, und mithin in ihren Erklärungen weſentlich von meiner, oben S. 124, 133 ff., und beſonders S. 326—327 Anm. entwickelten Anſicht abweichen, ſie können von denen im Vorhergehenden entwickelten Wellenbewegungs-Verhältniſſen Gebrauch machen zur Erklärung der ſogenannten elektriſchen Vertheilung (ſ. a. a. O.) und vorzüglich, wenn ſie mit Franklin, Volta u. A. nicht zwei elektriſche Flüſſigkeiten, ſondern deren nur eine annehmen, mithin mit oE das Gleichgewicht zwiſchen dieſer einen Flüſſigkeit und denen Anziehungsbeſtimmungen der gewichtigen Theile einer gegebenen wägbaren Materie, mit — E hingegen die unter dieſem Gleichgewicht zurückgebliebene Minderung, ſo wie mit +E die über daſſelbe hinausgegangene Mehrung des E bezeichnen, und außerdem noch vorausſetzen: daß die elektriſche Flüſſigkeit in und beſonders an den ſog. Iſolatoren oder Nichtleitern zwar, wie bei den Leitern, elaſtiſch beweglich, aber nicht fortſchiebbar," ſondern nur fortziehbar erſcheine, während ſie an und in den Leitern ſowohl fortziehbar als fortſchiebbar ſich zeige. Dieſes zugegeben erklärt ſich dann z. B. die beim Laden einer Leidner Flaſche (m. Grundz. II. 344) ſtatt habende ſog. elektriſche Vertheilung (d i., im Sinne der Franklin'ſchen Anſicht geſprochen, der ungleichen Vertheilung der elektriſchen Flüſſigkeit, der zufolge z. B. an einem und demſelben Körper an deſſen einem Ende Ueberhäufung ſeines E, d. h. ſeiner Elektricität, am entgegengeſezten Ende eine dieſer Ueberhäufung entſprechende Verminderung des E und in Mitten zwiſchen beiden E, dem +E und dem — E, gleichförmige und gleichmäßige Verbreitung deſſelben, ſammt deſſen Gleichgewicht mit den körperlichen Ziehbeſtimmungen, alſo o E gegeben ſein kann) wie folgt: es bedeuten in (Taf. II. Fig. 8) a c b die drei weſentlichen Theile einer Leidner Flaſche, nämlich a den einen, b den anderen Leiter derſelben, die, wenn ſie in Form von Metallflächen, der eine als innerer, der andere als äußerer Ueberzug der gläſernen Flaſchenwandungen, den oberen Flaſchenrand unbedeckt (frei von Metall-Bekleidung) oder frei laſſend, zugegen ſind, den Namen der Belege, dem des erſten inneren und des zweiten äußeren Belegs, erhalten, c hingegen den ſog. Nitleiter oder Iſolator (im angenommenen Falle alſo das Glas der Flaſche) und es werde dem Leiter a anderweit entwickeltes E, z. B. das des Glaſes einer Elektriſirmaſchine, mittelſt des zugehörigen erſten Conductors, übertragen, ſo wird dadurch das o E des c in Wellen-Bewegung verſezt, ohne dabei aus der Stelle zu rücken, d. h., ohne daß es von ſeinem Träger, dem Glaſe, ſich hinweg beweget; ohngeachtet aber dieſe mittleren Wellen c nicht verlaſſen, pflanzen ſie ihre Wirkungen dennoch gegen das an c angrenzende E des b und bis in daſſelbe hinein fort, und verſetzen es in dieſelbe Wellenbewegung, denen das E in c bereits unterliegt;

alſo in Bewegung gebracht, bilden ſich aber in b, wo kein Träger die Subſtanz des E mit überwiegender Macht zurück hält, freie fortſchreitende Wellen, und während ſich in a das E überhäufte, verdünnt es ſich in b, gemäß des Wellen-Abzuges, häuft ſich aber dagegen außerhalb b und demſelben gegenüber wiederum an, ſo daß die in dieſer Gegend befindliche Luft ſehr bald + E in Form einer ſog. + E oder electropoſitiven Atmosphäre darbietet, während a gegenüber das E der angrenzenden freien Luft, durch den Stoß des in a übermäßig geſammelten E. zur freien Wellenbewegung und damit zum theilweiſen Abzuge gelangt, wie in b, und mithin hier eine ſog. — E oder elektronegative Atmosphäre darſtellt. In c müſſen hiebei die Hohlkrümmungs-Seiten der E-Wellen nothwendig dem a, die Erhabenkrümmungs-Seiten derſelben Wellen hingegen dem b zugewendet ſein, während, wenn man urſprünglich a mit dem zweiten oder ſogenanntem Reibzeugs-Conductor in Verbindung brachte, und ſo, nach Franklin, ihm E entzog, nothwendig überall das Entgegengeſetzte von dem zuvor Beſchriebenen eintreten wird, nämlich Erhabenkrümmung der E-Wellen in c nach der a-Seite hin, Vertieftkrümmung derſelben hingegen gegen die b-Seite zu, dadurch aber Bewegung des E in b gegen c hin und damit das E der b angrenzenden Luft in den b-Raum hinein, wodurch dann dieſe Luft — E, b dagegen + E, a aber — E und die Luft um a herum wiederum + E erhält.

ε) Seltſam genug mögen übrigens jene ſcheinbaren Anziehungs-Bewegungen, wie ſie durch Einſtrömung von Luft unter β und γ beſchrieben worden, ausfallen, wenn ſie im Waſſer ſelbſt, z. B. durch einzelne enge Felsſpalten durchbrechende Meeres-Strömungen, nothwendig vor ſich gehen; doch fehlt es hierüber wie an Verſuchen, ſo auch an Beobachtungen. Möglich, daß manche bis dahin dunkele Meer-Strömungsart, lediglich auf dieſem Wege, bewirkt wird.

ιι) Was hinſichtlich der Enge der zur Durchſtrömung von Knallgas beſtimmten Röhren gilt, findet, bis auf einen gewiſſen Punkt, ſeine Anwendung auch bei der Einrichtung und Wirkung der von Humphry Davy (geb. den 17. Decbr. 1779 zu Penzance in Cornwallis, geſt. den 28. Mai 1830 zu Genf) erfundenen Sicherheits-Lampe für Bergleute oder Bergmanns-Lampe; ſ. m. Grundz. I. 243. In verſchiedenen Bergwerks-, zumal in Steinkohlen-Gruben entwickeln ſich fortdauernd entzündliche Gaſe, die, meiſtens aus in Hydrogengas aufgelöſtem Carbon beſtehend (und in dieſem Falle unter dem Namen des leichten Kohlenwaſſerſtoffgaſes, Grubengaſes oder Sumpfgaſes bekannt) mit jener atmosphäriſchen Luft der Grube vermiſcht, in welche ſie ſich verbreiten, Knallgas darſtellen, das nur der Berührung eines brennenden Körpers, z. B. eines Grubeulichtes bedarf, um ſofort unter furchtbarer Druck-Entwickelung, blitzſchnell verbrennend, heftigſt zu verknallen, und ſo das Leben der Gruben-Arbeiter mehr oder weniger zu gefährden,

oder, wie es leider nur zu häufig und lange nach Erfindung der Bergmanns-Lampe, nämlich noch vor Kurzem in Britannien und in Belgien geſchehen, ſtatt deſſen ſolchen Arbeitern das Leben zu rauben. Man kann nun zwar die Gefahr ſolcher Grubengas-Anhäufungen dadurch mindern, das man dergleichen Gasſchichten — die der Grubenmann, ihrer möglichen Wirkungen wegen, ſchlagende Wetter oder entzündliche Schwaden zu nennen pflegt, weil er ſie nicht ſelten ſieht, indem ſie ſich mitunter in Form bläulich-nebelartiger leichter Dunſt-Anhäufungen kenntlich zu machen pflegen — zerſtreuet, ſei es durch Luftzüge, genannt Wetterlotten, oder durch Waſſer-Gießen, Tannenreiſer-Buſchen (ſ. m. „Zur Polytechnologie unſerer Zeit," S. 41—43) und ähnliche Verrichtungen, allein laſſen neue Anbrüche mitten im Kohlenwerke auf dergleichen Schwaden ſtoßen, ſo findet ſich der Häuer (der die Ablöſung des Geſteins, der Kohlen ꝛc. bewirkende, den ſog. Berg oder das ſog. Gebirg mit der Haue in der Hand unterhöhlende Bergmann) nicht ſelten ſchnell von ihnen umfloſſen, und ſeine Leuchte kann nun leicht zu der gefürchteten, unheilsvollen Anzündung des Schwaden führen; und auch ſelbſt in der Nähe der genannten Gaszerſtreuungs-Vorrichtungen iſt ſelten das durch die Schwaden-Zufließung entſtandene Knallgas, hinſichtlich ſeines Hydrocarbongas-Gehaltes, verdünnt genug, um jede Anzündung der Art, lediglich vermöge der Verdünnung (oben S. 276) unmöglich zu machen. Das Knallgas bedarf nun aber, wie jede anzuzündende brennbare Materie, einen gewiſſen Grad von Fühlwärme (in ſehr kalter atm. Luft läßt ſich z. B. kein Fettdampf einer Oellampe, Talgkerze u. ſ. w. mehr anzünden, obgleich das Oxygengas alſo erkalteter Luft durch die Kälte beträchtlich an Dichte gewonnen hat und brennbare Materien in der atm. Luft um ſo eher entzündet werden können und um ſo lebhafter brennen, je dichter dieſe, und mithin, je mehr dicht das Oxygengas derſelben iſt), um überhaupt anzündbar zu ſein, und kann man es ohnfern des brennenden Körpers, bis unter dieſen Wärmegrad abkühlen, ſo wird es von demſelben unangezündet belaſſen bleiben. Hierauf gründete nun Davy ſeine Sicherheits-Lampe oder Gruben-Laterne, indem er eine cylindriſche kupferne oder meſſingene Oellampe mit ihrem Dochtträger (der, in Form eines kleinen, metallenen Hohlcylinders, aus der Mitte des wagrecht eingeſchraubten Lampen-Deckels hervorragt) und mithin, wenn der mit Oel getränkte Docht angezündet worden, mit ihrer Flamme in einen 2 bis 3 Zoll weiten und 8 bis 10 Zoll hohen, aus einem gedoppelten, engmaſchigen Metalldrath-Netze gebildeten Hohlcylinder hinaufragen ließ. Unterhalb dieſes Hohlcylinders iſt die Lampe, an der einen Seite, mit einem Metallrohr verſehen, das bis zu jener wagerechten Ebene hinaufreicht, in welcher ſich die Oberfläche des Lampendeckels befindet, und das dazu dient, die Lampe mit Oel zu verſehen und lezteres nachzufüllen; die Mündung dieſes

Rohres verſchließt außerdem ein eingeſchraubter kleiner Deckel. Auch reicht in einem eigenen Röhrchen ein zum Richten und Putzen des Dochtes beſtimmter Drath durch den Oelbehälter, ſo daß man dieſes zu verrichten vermag, ohne den Drathnetz-Cylinder abzuſchrauben. Das Drathgewebe dieſes Doppelt-Cylinders bietet auf einen engliſchen Geviertzoll 625 Maſchen und damit eine verhältnißmäßig ungemein große Fläche für die Wärme-Entſtrahlung dar, wiewohl die Enge der Maſchen und die Gedoppeltheit des Maſchen-Netzes andererſeits auch in demſelben Verhältniß das Licht der Flamme ſchirmen und dieſes, ſolcher Schirmung entſprechend, dunkeln. Befindet ſich nun die brennende Grubenlampe, umhüllt von ihren Netzen, in mit Knallgas erfüllter Luft, ſo ſtürzt, in Folge der Verbrennung, fortdauernd Oxygen dieſes Knallgaſes von außen her durch die Maſchen zur Flamme, und ſo verbreiten ſich zugleich auch Antheile von dem brennbaren Theile deſſelben Knallgaſes fortdauernd in den Hohlraum der Hülle, weil dieſer immerwährend an Hydrocarbongas (durch deſſen Verbrennung) leer wird, jedes Gas ſich aber in Lufträume, die nicht mit Gas ſeiner eigenen Art erfüllt ſind, ſo ergießt: als ob dergleichen Räume überhaupt luftfrei und gänzlich leer wären (vergl. oben S. 37) Hier angelangt, entzündet ſich nun das Hydrocarbongas, eine matte Flamme bildend, die der Lampenflamme zur nächſten Hülle dient und die nicht ſelten das Erlöſchen dieſes ihres Flammenkerns zur Folge hat. Aber ohngeachtet in ſolcher Weiſe, gemeinhin binnen Kurzem, der ganze Hohlraum des Maſchen-Cylinders in matter Gluth erglänzt, pflanzt ſich doch dieſes „Erglühen des Gaſes durch ſein Verbrennen“ nicht durch die Maſchen hindurch in die ſchlagenden Wetter fort, und nur erſt, wenn nicht nur der innere, ſondern auch ſchon der äußere Drath glühet, werden auch dieſe Wetter von der Innenflamme des Cylinders ergriffen und unterliegen ſo der gefürchteten Verknallung. Durch Metall-Gitter oder Gewebe, welche kälter als die Flamme, brennt keine Flamme durch, ſo lange die Innenflamme ſelbſt nicht gewaltſam zum Maſchennetz hindurch in's Knallgas hinaus geſchnellt wird, weil das Metall, als guter Wärmeleiter, das es umfließende äußere Knallgas ununterbrochen abkühlt und zwar um ſo ſtärker, je mehr es ſelbſt durch Wärme-Entſtrahlung kühl bleibt. *)

Verſuche mit dieſer Bergmanns-Lampe gelingen ſehr gut, und es läßt ſich unter andern leicht zeigen: daß wenn man den Hohlcylinder, ehe man die Lampe in Knallgas taucht, zuvor dadurch ſtark erhitzte, daß man ihn mit Alkohol feuchtete und dieſen anzündete, dieſe Flamme die Lampenflamme ſogleich erſtickt, daß leztere aber, wieder angezündet und nun, unter der Bedeckung des erhizten Maſchen-

*) Beim gewöhnlichen Feuer-Löſchen iſt es nicht ſowohl das Abhalten der Luft durch das Löſchmittel, als die Abkühlung, die z. B. Waſſer mittelſt ſeiner Verdampfung bewirkt, wodurch die Flamme zum Erlöſchen gebracht wird.

cylinders, in das Knallgas getaucht, ſofort die ſchwache Einhüllungs-Flamme des Gaſes innerhalb des Cylinders gewährt, die, ſo wie ſie den Doppelt-Cylinder an irgend einer Stelle durch und durch glühend macht, von hier aus auch die Anzündung des außerhalb befindlichen Knallgaſes augenblicklich bewirkt. Auch läßt ſich darthun, daß heftige ſchwankende Bewegung der Lampe: deren Innenflamme leicht ſtellenweiſe durch die Maſchen hindurch treibt und ſo ebenfalls Anzündung des brennbaren Außen-Gaſes hervorzubringen im Stande iſt. Aehnliche Bedingungen des Verſagens der Bergmanns-Lampe haben ſich leider, von Zeit zu Zeit auch bei dem wirklichen Gebrauche dieſer Vorrichtung geltend gemacht, und dadurch ſowohl angebliche als wirkliche Verbeſſerungen der urſprünglichen Einrichtung veranlaßt. Hieher gehört 1) Stevenſon's Lampe. Sie iſt innerhalb der Drathwände mit einem Glascylinder verſehen, und die Flamme erhält daher nicht von den Seiten, ſondern nur von unten her Luft. Allein, während Davy's Lampe in Verſuchen, welche hierüber das Unterhaus des engliſchen Parlaments durch eine Commiſſion anſtellen ließ, ſich doch wenigſtens innerhalb des Knallgasſtromes brennend erhielt, und nur dann Entzündung des Knallgaſes herbeiführte, wenn ſie ſchnell ſeitwärts (als ob man ſie ſchnell durch das Gas trüge) bewegt wurde und ihre Dräthe bereits ſtark erhizt waren, verloſch Stevenſon's Lampe innerhalb des Gasgemiſches, offenbar wegen zu großer Beſchränkung des Oxygengas-Zufluſſes, und ſezte ſie, als man ſie wieder angezündet und dann auf's Neue innerhalb des Knallgaſes bewegte, das Gasgemiſch weit eher in Brand, als Davy's Lampe. Ebenſo ließ auch 2) Clanny's Lampe, ihres Drathcylinders und Schirmes ohngeachtet, die Flamme hindurch ſchlagen. Hingegen gewährte 3) Upton's und Robert's Lampe, deren Drathhülle aus doppeltem Drathgaze beſteht, und die außen mit einem Glasſchirm verſehen iſt, was man zu erwarten ſich irgend berechtigt halten durfte. — Vielleicht ließe ſich Stevenſon's Vorrichtung zu gleicher Brauchbarkeit vervollkommnen, wenn man ſtatt des gläſernen, einen mit Waſſerglas getränkten, überall höchſt fein durchlöcherten Poſtpapier-Cylinder einſchöbe? (Ueber hieher gehörige und anderweite Verwendungen des ſog. Waſſerglaſes, Glasfirniſſes oder ſchwer löslichen Glaſes (vergl. m. „Zur Polytechnologie unſerer Zeit," S. 134). Andere haben vorgeſchlagen, Franklin'ſche Blitzröhren, d. ſ. verdünnte Luft und etwas Merkur enthaltende Glasröhren, die, gewöhnlich in Schlangenform und dann Leucht- oder Blitz-Schlangen genannt, an einem Ende von einem Stückchen Metall durchbohrt und innerhalb dieſer Bohröffnung durch ſolches Metall geſchloſſen ſind, als Gruben-Leuchten zu verwenden, wie denn bereits vor faſt 20 Jahren der verſtorbene Profeſſor J. L. G. Meinecke auf gleichem Wege überhaupt die Electricität als Stellvertreter aller durch künſtliche Feuer bewirkter Leuchtungen in den Gebrauch genommen wiſſen wollte;

indeſſen dürfte nicht nur hier, wie bei der Gruben=Leuchte, das Erregen der Reibungs=Electricität und deren Zuleitung zu dem das Glas durchborenden Metall, dem Unternehmen große, bei der Gruben=Leuchte vielleicht unüberwindbare, Schwierigkeiten in den Weg legen, ſondern die Leuchtung ſelbſt auch viel zu ſchwach ausfallen, um dem Lampen= oder Kerzenlichte irgend zum Erſatz dienen zu können.

uu) Um für kleine Räume ſehr große Hitze hervorzubringen, bedienten die Phyſiker ſich ſonſt hauptſächtlich großer **Brennſpiegel** und **Brenngläſer** (oben S. 85 Anm. und m. Experimentalphyſik II. 428 u. 453); allein ſollen dergleichen Sonnenlicht=Vereine etwas Erkleckliches leiſten, ſo müſſen ſie, um viel Licht auffangen zu können, der Sonne viel Fläche darbieten, mithin ſehr groß ſein, was ſie dann nicht nur in hohem Grade koſtbar, ſondern auch für den Gebrauch ſehr unbequem macht; zudem fordern ſie ſehr klaren Himmel, und der iſt z. B. in Deutſchland eine große Seltenheit, und einen hinreichend hohen Stand der Sonne, weshalb man mit denen mit ihnen anzuſtellenden, hieher gehörigen Verbrennungs= oder Schmelzungs=Verſuchen, an eine beſtimmte Jahreszeit, an den Sommer, gewieſen war; Alles, Schwierigkeiten und Hinderniſſe, die in den meiſten Fällen ſich unüberwindbar zeigten, und die daher auch in neueren Zeiten auf den Gebrauch großer Vorrichtungen der genannten Art, die meiſten Phyſiker verzichten ließen *). Späterhin, als man durch **Prieſtley's**, **Scheele's**, **Lavoiſier's** u. v. A. Verſuche zur genauen Kenntniß des Oxygengaſes gelangt war, und es ſich unbezweifelbar herausgeſtellt hatte, daß die Verbrennungen brennbarer Materie in demſelben, im Verhältniß ſeiner Reinheit, an Lebhaftigkeit gewinnen, in der reinſten und trockenſten atmosphäriſchen Luft dagegen darum nicht mit voll halb ſo großer Temperatur=Erhöhung vor ſich gehen, weil dieſe Luft, abgeſehen von den veränderlichen und mehr oder weniger zufälligen Beimiſchungen, gegen 23,1 Gewichtstheilen Oxygengas nicht weniger als 76,9 Azotgas enthält, und lezteres nicht nur auf Koſten der durch die Verbrennung entwickelten Wärme ſich, gleich dem Verbrennungs=Erzeugniß, bis zur Flammenhitze anwärmt, ſondern auch noch, kraft ſeines mit der Temperatur=Erhöhung geſteigerten Wärmefaſſungs=Vermögens **),

*) Was früherhin auf dieſem Wege der Wiſſenſchaft gewonnen worden, findet man in m. Experimentalphyſik, a. a. O. nachgewieſen.

) Vergl. oben S. 324. Nähmen die **Gaſe in beträchtlichem Verhältniß an Eigenwärme zu, während ſie der Erhitzung unterliegen, ſo würden ſie, in zuvor erhiztem Zuſtande, zum Erhitzen von tropfbaren Flüſſigkeiten und mithin zu deren Verdampfung in einem Maaße beitragen, daß man darüber, ob man vortheilhafter mit gewöhnlicher kühler oder mit zuvor künſtlich erhizter Luft die Verdampfung tropfbarer Flüſſigkeiten zu betreiben im Stande habe, in keinem Falle in Zweifel gerathen könnte, während ſo, bei der geringen Wärmecapacität der Gaſe und der geringen

etwas Wärme bindet. Aehnliche, wiewohl weit geringere, Wärmeverluſte bringen nun auch die in veränderlichen Mengen in der Luft vorkommenden Gaſe, das Waſſergas, das Kohlenſäuregas und was von Ausdünſtungsſtoffen, ſei es in Gas- oder Dunſt-Form, in der Luft mit zugegen iſt, ſo wie auch die in derſelben befindlichen Rauch- und Staubtheile zu Wege, was dann, die Wirkung des Azotgaſes mit eingeſchloſſen, in der bemerkten beträchtlichen Größe die Verbrennungs-Wärme mindert. Kaum hatte dieſes Verhältniß der bei weitem größeren Wärmeſpende der, ſtatt in der atmosphäriſchen Luft, im Oxygengaſe vollzogenen Verbrennungen wiſſenſchaftliche Anerkenntniß gefunden, ſo traten auch mehrere Phyſiker, und zwar insbeſondere deutſche, mit dem Verſuche hervor: die Verbrennungs-Hitze, ſowohl Behufs wiſſenſchaftlicher als gewerblicher Zwecke, durch Verwendung der Scheele'ſchen Feuerluft, d. i. des Sauerſtoff- oder Oxygengaſes, möglichſt zu ſteigern; ſo im Jahr 1782—83 Friedr. Andreas Galliſch, weiland Profeſſor der Medicin zu Leipzig (geb. 1754, geſt. 1783), indem er eine Anwendung des Oxygengaſes auf das Löthrohr mit glücklichem Erfolge verſuchte (Crell's Ann. 1784. I. 31 ff.); ebenſo 1783 Achard, der nachwies, daß Oxygengas ſpendende Gebläſe eine Ofenhitze zu erzeugen vermöge, welche jede bis dahin gekannte Brennſpiegel- und Ofenhitze weit hinter ſich zurücklaſſe (a. a. O. und Lichtenberg's Magazin für das Neueſte aus Phyſik und Naturgeſchichte II. 64 ff.) und Friedrich Ludwig Ehrmann, der zugleich eine ſehr große Zahl von hieher gehörigen Schmelz-Verſuchen mittheilte (deſſen Verſuch einer Schmelzkunſt mit Beihülfe der Feuerluft. Straßburg 1786. 8.). Aehnliches thaten ſpäterhin Geyer, Haſſenfratz, Göttling u. m. A. dar, und Marçet's hieher gehöriges Oxygengas-Gebläſe, in welchem dieſes Gas durch den Druck einer 5—6 Fuß hohen Waſſerſäule zuſammengepreßt wird, während es durch ein engmündiges Blaſerohr in eine Kerzen- oder Oel-, oder Weingeiſtflamme tritt, kam bei den Chemikern, für ähnliche Zwecke, eine Zeit hindurch ziemlich allgemein in den Gebrauch, ſo wie man denn mittlerweile auch hie und da hieher gehörige Schmelzverſuche im Großen, mit zum Theil ſehr günſtigem Erfolge, durchgeführt hatte. Auch fand man ſehr bald, daß unter allen, zur Erzeugung von Verbrennungs-Hitze tauglichen und auch im Großen verwendbaren Materien die brennbare Luft, oder das Waſſerſtoff- oder Hydrogengas *) die größte Hitze erzeuge, wie ſolches folgende

---

Steigerung dieſes Vermögens durch Temperatur-Erhöhung, allerdings Fälle vorkommen können, in welchen man die Abdampfung tropfbarer Flüſſigkeiten vortheilhafter mittelſt ungewärmter, als mit erhizter atmosphäriſcher Luft zu bewirken vermag;, ſ. oben S. 340 ff.

*) Hydrogengas, wie es z. B. durch Auflöſen von Stabeiſen, oder von Zink in verdünnter Schwefelſäure dadurch erhalten wird, daß hiebei Waſſer-Zerlegung eintritt, indem ſich das Oxygen des Waſſers mit dem Eiſen oder Zink zu Eiſen-

Ueberſichten verſchiedener Verbrennungen außer Zweifel ſtellen *) In Lavoiſiers Verſuchen, ſo wie in ähnlichen von Crawford durchgeführten, ſchmolz

1 Pf.	H-Gas mit	7 Pf. O-Gas zu	8 Pf.	Waſſer ſich einend	400 Pf. Eis
— „	H_2C- od. ölbildend Gas mit	3,5 Pf. O-Gas zu	4,5 „	Waſſer u. Kohlenſ.	88 „ „
— „	CH-Gas „	4 „ „ „	5 „	Kohlenſ. u. Waſſer	85 „ „
— „	CO- od. KohlenoxidGas „	0,58 „ „ „	1,58 „	Kohlenſäure-Gas	25 „ „
— „	Oel, od. Wachs od. Talg „	3,5 „ „ „	4,5 „	Kohlenſ. u. Waſſer	104 „ „
— „	Terpentinöl				60 „ „
— „	Alkohol				58 „ „
— „	Aether	3 „ „ „	4 „	Kohlenſ. u. Waſſer	62 „ „
— „	Phosphor	1,2745 „ „ „	2,2745 „	Phosphorſäure	66 „ „
— „	Holzkohle	2,8 „ „ „	3,8 „	Kohlſ. u. etw. Waſſer	40 „ „
— „	Schwefel	1 „ „ „	2 „	Schweflichtſäuregas	20 „ „
— „	Kampfer				70 „ „
— „	Kautſchuck (ſ. oben S. 339 Anm.)				42 „ „

Es wurden ferner, neueren Verſuchen zufolge, durch Verbrennen von

1 Pfund	Hydrogengas.	Baumöl, Rüböl, Wachs.	Aether.	reine Kohle.	Holzkohle.
an Pfunde Waſſer von 0° b. 100° C. erhizt.	236,4	90—95	60	78	75

1 Pfund	Alkohol.	fette Steinkohle**).	trocknes Holz.	Holz mit 20 Proc. Feuchte.	Torf.
an Pfunde Waſſer erhizt, von 0° bis 100° C.	67,5	60	56	27	25—30

oxydul oder Zinkoxyd verbindet (die ſich dann in der Säure auflöſen), während das freiwerdende Hydrogen zum kleinſten Theile mit dem im Eiſen und Zink ſtets zugegen ſeienden Carbon oder Kohlenſtoff (z. B. von etwas beim Herſtellen des Stabeiſens nicht gänzlich abgeſchiedenen Graphit, oder mit Vertretern dieſes Stoffes (z. B. mit etwas fremdartigem Metall, oder mit Spuren von Arſen, z. B. beim Erhitzen von Zinn mit Salzſäure ꝛc.) ſich zu Verbindungen vereint, die in dem übrigen Hydrogengaſe ſich löſen — iſt nie chemiſch rein, und auch dann nicht, wenn man es z. B. durch Schütteln mit Kohlenpulver und Waſſer von dergleichen übelriechenden Beimiſchungen befreiet hatte; denn in dieſem Falle enthält es, neben etwas aus den Kohlen entwickelter, mehr oder weniger azotgas-reicher atmosphäriſcher Luft, ſtets Waſſer. Kirwan ſah 85 Cubikzoll ſog. trocknen Hydrogengaſes an darunter ſtehende waſſerarme Schwefelſäure 2 Gran Waſſer abgeben, das dem Gaſe zuvor als Dampf oder Waſſergas beigemiſcht geweſen war. Man kann dem übelriechenden Hydrogengaſe auch durch Schütteln mit Weingeiſt die ſtinkende Beimiſchung entziehen, allein dann iſt das rückſtändige Gas mit Weingeiſtdampf geſchwängert. — Knallgas, bereitet aus 1 Maas Oxygen- und 2 Maas Hydrogen-Gas, läßt ſich, wie Scheele zuerſt zeigte, ſchon durch einen glühenden Drath anzünden; Crells Ann. 1785. I. 231.

*) Der Kürze wegen iſt im Nachfolgenden Oxygen durch O, Hydrogen durch H und Carbon durch C bezeichnet; vergl. auch oben S. 312 und 359 Anm.

**) Um die Steinkohlen im Allgemeinen zu prüfen, verwandelt man ſie in ein Pulver von gleichförmiger Feine, ſchüttet dieſes in einen Schmelztiegel, bedeckt denſelben und erhizt ihn, bis kein Rauch mehr entbunden wird: findet ſich der Rückſtand pulvrig, ſo nennt man dergleichen Kohlen Sandkohlen, ſie hinterlaſſen gemeinhin 62 bis 60 Proc. dieſes Rückſtandes, der, verbrannt, gegen 2,88 bis 2,89 Aſche

Es wurden endlich, mittelſt Verbrennen in 1 Pfund Oxygengas, von 0° bis 100° C. erhizt

durch	Verbrennung	von	H=Gas	29,5	Pfund	Waſſer
„	„	„	Kohle	29,25	„	„
„	„	„	Aether	28,5	„	„
„	„	„	Alkohol	28	„	„

Man ſieht hieraus zugleich, daß man die Größe der Verbrennungs-Hitze an der dadurch bewirkten Waſſer-Anwärmung meſſen kann, entweder indem man gleiche Mengen der in dieſer Hinſicht zu beſtimmenden Brennſtoffe der Verbrennung unterwirft, oder zu jeder ſolcher Verbrennungen gleiche Mengen Oxygengas und dann für jede derſelben ſo viel des Brennſtoffes verwendet, als die gegebene Menge Sauerſtoffgas verbrennend zu verzehren im Stande iſt. Erwägt man nun, daß die Verbrennung von 1 Pfund O=Gas mit 1,125 H=Gas 2,125 Waſſerdampf bildet, heiß genug, um 29,5 Pf. Waſſer von 0° bis 100° zu erhitzen, mithin, wenn die Wärmefaſſung des Waſſerdampfes der des tropfbaren Waſſers gleich käme, die Temperatur des erzeugten Dampfes, 29,5 mal 100 dividirt durch 1,125, d. i. gleich 2622°, hätte geweſen ſein müſſen; während ſie, da die Wärmecapacität des Waſſerdampfes um 0,153 geringer als die des Waſſers, nämlich 0,847 (oben S. 312) iſt, nothwendig um (1000 dividirt durch 0,847 = 1,18 ꝛc.) 1,18.. mal höher ausfällt, mithin (2622 mal 1,18..) zu 3094° C. ſich erhöhet; vergl. oben S. 312 *). Fragt man, welche Temperatur denn die Flamme des H=Gaſes darbiete, ſo läßt ſich hierauf hinſichtlich der in der atmosphäriſchen Luft zu Stande kommenden H=Flamme antworten:

---

gibt; ſintert dadurch die Kohle während der Erhitzung zuſammen, während ſie 69—70 Proc. Coaks hinterläßt und gegen 0,63 Aſche gewährt, ſo heißt ſie Sinter, blähet ſie ſich dagegen während der Erhitzung auf, ſchmilzt dann zuſammen und zeigt ſie endlich die Innenform des Tiegels, ſo wird ſie Backkohle genannt. Die hieher gehörige von Newcaſtle giebt 70 Proc. Coaks und 0,865 Aſche; in den Sandkohlen verhält ſich die Menge des vorhandenen H zu jener des O, wie 2,05 zu 21,05 bis 21,08, in der Sinterkohle wie 3,22 bis 3,25 zu 17,89 bis 18 und in der Backkohle wie 3,23 bis 5,45 zu 11,78 bis 19,72; lezteres iſt der Fall bei einer der beſten und fetteſten Backkohlen, bei der Kennelkohle.

*) Wurde nun aber mit Azotgas phyſiſch gemiſchtes O=Gas der atmosphäriſchen Luft, ſtatt des reinen O zum Verbrennen des H=Gaſes angewandt, ſo haben wir eine Temperatur-Minderung des erzeugten Waſſerdampfes im Verhältniß der Wärmefaſſung des (mit A zu bezeichnenden) Azotgaſes die des Waſſers gleich 1,0000 geſezt = 0,2754 und mithin über dreimal kleiner, als jene des Waſſerdampfes (als 0,847; vergl. oben S. 312) iſt. 23,1 O=Gas geben aber 25,95 Waſſergas, das mithin ſich mit 76,9 A=Gas in jene erzeugte Wärme zu theilen hat. Obgleich nun alſo gegen dreimal ſo viel A=Gas bei der Verbrennung des H=Gaſes in atmosphäriſcher Luft mit zugegen iſt und bei der Vertheilung der Verbrennungswärme ſeinen Antheil erhält, ſo iſt doch auch anderer Seits die Wärmefaſſung des A=Gaſes wenigſtens dreimal kleiner, als jene des Waſſerdampfes, und mithin reicht die Hälfte jener Wärme hin, um das Faſſungsvermögen des A=Gaſes zu befriedigen, und die Verbrennungs-Temperatur um die Hälfte gemindert, wird jene Verbrennungswärme bezeichnen, welche die Verbrennung des H=Gaſes in atmosphäriſcher Luft, verglichen mit jener, die in reinem O=Gaſe ſtatt

ſie iſt jener Temperatur gleich, bei welcher dünner Platindrath in Fluß geräth; denn dieſer ſchmilzt wirklich, wenn er hinreichend dünn iſt und mithin von der ihm zugewendeten Hitze wenig an die übrigen nicht unmittelbar erhizten Theile ſeiner ſelbſt verliert, an dem heißeſten Theil jener Flamme gerade ſo leicht, wie ein dünner Glasfaden oder ein zum Haarröhrchen ausgezogenes Glasröhren-Ende an der gewöhnlichen Kerzenflamme. Würde nun dieſelbe Flammenhitze gegen einen kleinen Theil dünngezogenen Eiſens oder gegen ein eben ſo dünnes Stückchen Granit gerichtet, ſo würden dieſe Körper noch weit eher zum Fluſſe kommen, woraus dann weiter folgt, daß die Hitze der H-Flamme jene der Kohlen oder Coaks, angefacht durch unſere Gebläſe, bei weitem übertrifft, und daß mithin, wäre ehemals, wie Mehrere annehmen, die ganze ſog. Erdrinde in Fluß geweſen, die Hitze derſelben jene unſerer Hochöfen und ſelbſt die der ſtärkſt gefeuerten Porzellan-Oefen, mithin 1560° C. noch nicht erreicht haben dürfte, und daß jene Temperatur, bei welcher Baſaltmaſſen flüſſig (oder vielmehr durch glühende Dämpfe Schwefeleiſens und verwandter Materien in Fluß oder doch in Sinterung verſezt) wurden, die Temperatur von 1560° bei weitem unerreicht ließ, ja vielleicht ſelbſt jene von 1000° C. nicht um Vieles übertraf. Vergl. oben S. 361.

vv) Bereits im Jahre 1804 thaten Silliman u. a. nordamerikaniſche Chemiker dar, daß mittelſt der Hitze des im Oxygengaſe verbrennenden Hydrogengaſes höchſt ſtrengflüſſige, bis dahin zum Theil für unſchmelzbar erachtete Körper geſchmolzen und ſehr feuerbeſtändige Materien verflüchtigt werden können, und Marcet zeigte (was

---

hat, darzubieten vermag; ſ. oben. Es hat alſo die Flamme des in atmoſphäriſche Luft von 0° C. verbrennenden H-Gaſes von 0° C nicht 5094°, ſondern nur halb ſo hohe, nämlich 1547° C. Temperatur. — — Beim Verpuffen kohliger Körper mit Salpeter (azotſaurem Kali) iſt die dabei entſtehende Glühhitze theils Folge der Verbrennung von C, theils von H durch das O der Azotſäure des Salpeters, gemindert durch die Wärmefaſſung des dabei frei werdenden A-Gaſes und des rückſtändigen carbonſauren und azotſauren Kali. Hielm (Crell's Ann. 1784. I. 436) verpuffte, d. i. verbrannte durch 100 Salpeter 30—35 Eichenkohlen, 25—33 Tannenkohlen, 20—29 Föhren-, nnd 22 Birken-Kohlen, hingegen nur 19 geröſtete Steinkohlen (Coaks); ein Würfelfuß der Eichen-Kohlen wog 634 Loth und hatte ein Eigengewicht von 0,232, eben ſo viel der Tannen-Kohlen wog 870 Loth und zeigte 0,441 Eigengewicht, die gleiche Menge der Föhren-Kohlen wog 554 Loth und hatte 0,280 Eigengewicht, dieſelbe Menge Birken-Kohlen hingegen, bei einem Eigengewicht von 0,542, volle 1068 Loth, und eben ſo viel rohe Steinkohlen, von 1,265 Eigengewicht, wogen volle 2494 Loth, während 1 Würfelfuß Coaks nur 1469 Loth betrugen und nur 0,744 (?) Eigengewicht beſaßen. Das Eigengewicht des Graphits fand H. gleich 2,267 und das Gewicht eines Würfelfußes deſſelben gleich 4470 Loth = 139 Pfund 22 Loth. — — Je mehr Oxygen die Brennbaren beim Verbrennen verſchlucken und binden, um ſo mehr entwickeln ſie dabei an Wärme; ſchon aus der obigen Tabelle geht dieſe Folgerung hervor; Desprez's hieher gehörige Verſuche beſtätigten dieſelbe. Es fand nämlich derſelbe unter andern: daß verbrennendes Hydrogen 315,2 ſeines Gewichtes, reinſte Kohle hingegen nur 104,2 Eis ſchmelze; Ann. de Chim. et de Phys. XXVII. 133.

jedoch Ehrmann und andere ältere Chemiker auf ähnlichem Wege bereits bewirkt hatten; oben S. 389), daß ein in eine Alkohol-Flamme geleiteter Strom, zuvor durch den Druck einer Waſſerſäule verdichteten Oxygengaſes, einen außerordentlich hohen Feuersgrad zu Wege zu bringen vermöge, wie denn Stromeyer, dieſe Verſuche wiederholend, durch ſolche Feuerung nicht nur Platin-Dräthe leicht ſchmolz, ſondern, was früher ſchon Thomſon (Syſt. d. Chem. a. d. Engl. überſ. von F. Wolf. Berlin 1805. 8. I. 133 ff.) mittelſt der Knallluft-Flamme nachgewieſen hatte, ſie auch zum Verbrennen brachte *). Bergkryſtall und Quarz, d. i. Kieſelerde oder Silicſäure, kam in Stromeyers Verſuchen in Fluß, und Kalk, ſo wie Magnit (Magneſia, Bittererde) zum Erweichen und oberflächlichem emaille-artigem Fluſſe; a. a. O.; den Gedanken zur Darſtellung des Knallgas-Gebläſes (oben S. 431) gab der Engländer Brooke, die Ausführung erfolgte erſt durch Newman in London, und Clarke, weiland Profeſſor der Chemie zu Cambridge, ſtellte damit die erſten Verſuche an. Es beſtand dieſes Gebläſe aus einem metallenen Gefäße, verſehen mit einer Verdichtungs-Luftpumpe (ſog. Compreſſionspumpe) und einem feinen Löthrohr von $^1/_{80}$ engl. Zoll Vorderöffnungs-Weite. Man pumpte das Knallgas (anfänglich aus 1 Oxygen- und 2 Hydrogen-Gas, ſpäter ſtatt des lezteren aus Hydrocarbongas zuſammengeſezt) hinein, während ein Hahn das Löthrohr gasdicht verſchloß, und öffnete dann dieſen Hahn, um das Gas zu dem Löthrohr herausſtrömen und vor deſſen Mündung anzünden zu laſſen; leicht begreiflich war die erſte Wirkung, gewonnen bei der heftigſten Zuſammenpreſſung die größte, und nur wenn man fortfuhr während des Verſuches Knallgas in die Vorrichtung zu pumpen, blieb die Hitze-Entwickelung ſich gleich und ließen ſich hiemit Hitzgrade erreichen, wie ſie bis dahin noch Niemand zu bewerkſtelligen vermocht hatte. Clarke ſtellte auf die-

*) Es brannte der Platin-Drath, in T.'s Verſuch, „mit demſelben Glanze wie ein Eiſendrath, und warf Funken in Menge." Ich bediene mich der Marcet'ſchen Vorrichtung, wie ſie in Thomſon's Annals of Philosophy. II. 99 und in Schweiggers Journ. XV. 270 beſchrieben iſt, zu Schmelzungen (Verflüchtigungen, Verbrennungen und Herſtellungen oder Reductionen ꝛc.) ſchon ſeit mehreren Jahren mit ausgezeichnetem Erfolge zweier Marcet'ſcher Lampen, ſammt zugehörigen Blaſeröhren, die mit durch Waſſerdruck zuſammengepreßtem Oxygengaſe geſpeiſet werden. Erwärmt man dabei die den abſoluten Alkohol enthaltende Lampe, und ſorgt man dafür, daß beide gegen einander gerichtete Flammenſpitzen an dem zu erhitzenden Körper zuſammentreffen, mittlerweile man die Zuſammendrückung des Oxygengaſes, während der ganzen Dauer des Verſuches, dadurch gleichmäßig erhält, daß man, mittelſt eines Hebers, aus einem nebenſtehenden Waſſergefäße in den Waſſer-Behälter der Vorrichtung ſtets ſo viel Waſſer nachfließen läßt, als unten Oxygengas zum Löthrohre herausſtrömt, ſo vermag ſolch ein Doppelt-Gebläſe das Newman'ſche Knallgebläſe in den meiſten Fällen vollkommen zu erſetzen. Mittelſt des Löthrohrs brachten ſchon Macquer und Baumé kleine Mengen von Platin in Fluß, und Lavoiſier erreichte Gleiches mittelſt eines auf glühende Kohlen gerichteten Oxygengas-Stromes. Ueber eine Hydrogengas-Lampe ohne Hahn; ſ. F. Mohr in den Ann. d. Pharm. XXIII. 228.

ſem Wege die Oxyde des Mangan-, Scheel- oder Wolfram-, Molybdän-, Titan-, Uran-, Kobalt-, Cerer- und anderer ſchwer reducirbarer Metalloxyde her, und wollte ſelbſt Baryt, Strontit, Kalk und Magnit innerhalb ſolcher Knallgas-Flamme zu glänzenden, oxygenfreien Metallkügelchen reducirt haben, was Anderen nicht gelang, jedoch auch vom Prof. Brugnatelli in Pavia und Marquis Ridolphi zu Florenz bei der Zirkonerde leicht bewirkt wurde, ohne Zweifel nur, wenn das brennbare Gas im Uebermaaß zugegen war *). Einigen dieſer, einer weiteren Prüfung werthen, jezt faſt ganz in Vergeſſenheit gerathenen Verſuchen zufolge, ſcheint hiebei etwas Hydrogen mit in die ſog. Legirung (d. i. Verbindung der unverbrannten und überhaupt von unmetalliſchen Stoffen befreiten Metalle unter ſich) einzugehen; denn als R. die hieher gehörigen Platin- und Gold-Legirungen des Zirkonerden-, Thonerden- ꝛc. Metalls in Oxygengas verbrannte, erhielt er ſtets etwas Waſſer; indeſſen fragt es ſich, ob das Oxygengas vollkommen waſſerfrei war? Pallad und Nickel verbanden ſich auf dieſem Wege zu einem im höchſten Grade glänzenden und dehnbaren, Platin und Kupfer (wie man ſolches auch ſpäterhin mittelſt Ofenhitze zu erreichen vermochte) zu einem, hinſichtlich der Farbe und des Eigengewichtes, dem „Golde“ täuſchend ähnlichem Metallgemiſche; Schweigger's Journ. XX. 218. Berliniſches Jahrb. f. d. Pharmacie ꝛc. IX. Jahrg. S. 235. Die verhältnißmäßig größte Wirkſamkeit erhielt R. bei

*) R. vermochte auf dieſem Wege nicht nur das genannte Erdmetall-Oxyd (die Zirkonerde) zu reduciren, ſondern auch, unter Beifügung von Oel und etwas Kohlenpulver, den Strontit und Magnit; ob aber dieſes Kohlenpulver nicht Eiſen und etwas Mangan hinzubrachte, und mithin die ſog. Strontium- und Magnium-Könige (Reguli) nur Legirungen dieſer Erzmetalle waren und in dieſer Hinſicht an Ruprecht's angebliche Reduction der erdigen Laugmetalloxyde und Erden erinnern (wo die angeblichen Erdmetall- ꝛc. Könige aus Phosphor-Eiſen, entſprungen der Aſche der angewandten Thierkohle und zum Theil auch den Tiegeln, beſtanden; vergl. Crell's Ann. 1790, II. 3, 195, 291, 483, und 1791. I. 101 und 119, 202 und 490)? Darauf entſcheidend zu antworten, fehlt es zur Zeit noch an Verſuchen. Auffallend iſt auch in R.s Verſuchen, daß R., lediglich mittelſt Uebermaaß von brennbarem Gaſe, binnen 15 Minuten die Zirkonerde zum metalliſch-glänzenden Stoffe reducirte, während doch das auf anderem chemiſchen Wege (mittelſt Erhitzung des Zirkonfluorid mit Kalium) gewonnene Zirkonium keinesweges metalliſch-glänzend und überhaupt, ſo wenig wie das auf dieſem lezteren Wege hergeſtellte, ein wirkliches Metall iſt; beide Grundſtoffe bilden vielmehr eine eigene Klaſſe von ſelbſtſtändigen Einzelnmaterien, die nächſt den nur brennbaren (oder den Brennern: Carbon und Bor) Elementarſubſtanzen, und jenen, welche ich Brennzünder nenne (Schwefel, Phosphor, Selen, Arſen und Tellur), einzuordnen ſein dürften; ſ. m. Grundz. I. 588 ff. — Daß mittelſt der Electricität, ſowohl der durch Reibung, als der durch Berührung unter chemiſch-erregender Mitwirkung (d. i. des ſog. Galvanismus), hervorgerufenen, kleine Mengen ſelbſt der ſtrengflüſſigſten Körper geſchmolzen und die wenigſt brennbaren Materien verbrannt, ſo wie verbrannte Subſtanzen reducirt werden können, haben rückſichtlich der erſteren, oder der Maſchinen-Electricität, insbeſondere vom Marum's Verſuche, hinſichtlich der lezteren vorzüglich die Verſuche von J. W. Ritter, Humphry Davy, Children, Hare und vieler Anderer zur Genüge erwieſen; ſ. meine Experimentalphyſik. II. 100.

Anwendung von Hydrocarbongas (ölbildendes Gas), ſtatt des reinen Hydrogengaſes. Grünes Chromoxyd, ſo wie die Oxyde des Kobalts, Platins und „Goldes,“ entflammten dabei unmittelbar nach ihrer Reduction, indem ſie wieder zu Oxyden verbrannten. Clarke wollte ein Meteorſtein-Stückchen durch Schmelzung mittelſt des Newman'ſchen Gebläſes in Eiſen (ohne allen Gewichts-Verluſt) verkehrt haben; daß hiebei auf irgend eine Weiſe eine grobe Täuſchung obgewaltet, zeigten B.s und R.s Verſuche mit Stückchen Meteorſtein von Stannern in Mähren, angeſtellt im Laboratorium zu Pavia.

ww) Außer der Wärme entwickeln die verbrennenden Materien ſehr gewöhnlich auch Licht, was dann in ſeiner Zuſammenwirkung mit der Wärme das gibt, was man Feuer nennt, und was Scheele veranlaßte, da Verbrennungen im O-Gaſe gemeinhin nicht nur mit Entwickelung von viel Hitze, ſondern auch von lebhaftem Lichte verknüpft ſind, dieſes Gas, wie ſchon bemerkt, Feuerluft zu nennen. Erfahrung lehrt, daß, alles Uebrige gleichgeſezt, leuchtende Verbrennungen im O-Gaſe um ſo lebhafter Licht entwickeln, je dichter oder je mehr zuſammengepreßt das O-Gas und je wärmer ſowohl dieſes Gas und die darin zu verbrennende Materie ſchon unmittelbar vor dem Anheben der Verbrennung waren, und je weniger durchſichtig das entſtehende Verbrennungs-Erzeugniß ausfällt. H-Gas in ſtark zuſammengepreßtem O-Gaſe verbrannt, leuchtet ſehr lebhaft, in O-Gas von gewöhnlichem Drucke hingegen zwar etwas, aber doch nicht viel ſtärker, als in atmoſphäriſcher Luft, wo ſeine Flamme (da in dieſer 21 O durch nahe 79 anderes A-Gas und andere Gaſe verdünnt iſt) bei ſtarker Tageshelle, oder vielmehr bei unmittelbar einfallend leuchtendem Sonnenlicht in mäßiger Ferne kaum ſichtbar iſt *). Jede Flamme iſt ein In- und Nebeneinander von glühenden Verbrennungs-Erzeugniſſen und mehr oder weniger der Anzündung und Verbrennung harrender Dunſt- oder Rauchtheilchen, die um ſo mehr zur Erleuchtung beitragen, je weniger flüchtig ſie ſind, und je lebhafter ſie für ſich, durch bloßes Anglühen,

*) Bereits in der erſten Auflage meiner Experimentalphyſik machte ich auf obige Bedingungen der Lichtverſtärkung beim Verbrennen aufmerkſam, in der zweiten Auflage im II., B. S. 258 ff. beſchrieb ich einige von mir hierüber angeſtellte Verſuche, die, ihrem Hauptergebniſſe nach, ſpäterhin durch Verſuche mit dem H-Gaſe, angeſtellt von Döbereiner, beſtätigt wurden. Auch machte ich a. a. O. darauf aufmerkſam, daß das Leuchten beim Verbrennen begünſtigt wird, ſowohl durch die Feuerbeſtändigkeit der Verbrennungs-Erzeugniſſe, als auch durch ihre Thermophosphor-Escenz, ſ. a. a. O. und S. 631—633. — Mehrere Körper, die ſehr phosphorescent ſind, d. h. durch Erhitzen leicht zum Glühen kommen, ſind darum nichts weniger als im hohen Grade photophosphorescent, das will ſagen, werden darum nicht eben ſo leicht durch bloßes lebhaftes Beleuchten einige (kürzere oder längere) Zeit ſelbſt leuchtend, jedoch macht der Kalk in dieſer Hinſicht eine Ausnahme, indem er zu den beſten Phosphoren durch Inſolation, d. i. Sonnen-Beleuchtung, gehört.

zum Leuchten gebracht werden können, je größerer Thermo-Phosphorescenz ſie fähig erſcheinen. Kohle, Phosphor, Zink verbrennen im O-Gaſe unter höchſt lebhaftem Leuchten, und Kalk, ein an ſich eben ſo ſtrengflüſſiger, als feuerbeſtändiger, zugleich aber auch durch Berührung mäßig erglüheter Materien (z. B. durch Berühren kaum blauröthlich glühenden Eiſens) ſtarke Thermo-Phosphorescenz erlangender Körper, gewährt, vom Feuer brennenden Knallgaſes getroffen, eine Lichtentwickelung, in vielen Fällen ſtark genug, das Licht der bei klarſtem Himmel hochſtehenden Sonne zu erſetzen, und wie bei'm Anglühen hinreichend feuerbeſtändiger Körper durch Erhitzung dieſelben anfänglich mehr blau, dann in verſchiedenen Abſtufungen roth und endlich weiß erglühen, ſo zeigen auch verſchiedene, mit farbiger Flamme brennende Stoffe und Stoffverbindungen, daß mit der Steigerung der Verbrennungs-Hitze die Farben mehr und mehr aufgehellt, und dem Weißleuchten als dem Leuchten der ſchnelleſten Verbrennung und darum zugleich der ſtärkſten Verbrennungs-Erhitzung genähert werden. Außer den ſo eben erwähnten mögen nachfolgende Thatſachen dazu dienen, Vorſtehendes zu erläutern: a) Dana, Profeſſor der Chemie zu Cambridge in Maſſachuſetts in Nordamerika, leitete einen feinen Waſſerdampfſtral, aus einer engen Oeffnung, auf eine brennende Kohle; fernte dieſe von der Dampf entlaſſenden Oeffnung 4—5 Zoll, ſo wurde ihre Helligkeit auffallend vermehrt, rückte man ſie aber näher der Oeffnung, ſo bildete ſich dort, wo der Dampf die Kohle traf, zuerſt ein ſchwarzer kreisrunder Fleck, und endlich dunkelte ſie auffallend bis zum Verlöſchen; in beiden Fällen wärmte anfänglich die Kohle die zwiſchen ihr und der Dampföffnung befindliche Luft hinreichend, um das Abkühlen des Dampfes durch die Luft zu Dunſt zu verhüten, und in beiden Fällen vermehrte der Dampf den Luftzug zu Gunſten der Kohlen-Verbrennung, im erſteren Falle kam aber der Dampfſtral als durch den Widerſtand der Luft in ſehr viele feine Stralen zertheilt, an, die nun, bei ſehr geringem Querdurchmeſſer, von der glühenden Kohle zerſezt und zur H-Gas-Entwickelung gebracht werden konnten (oben S. 355 und 381 Anm.), ohne dabei die Kohle ſelbſt zu ſehr abzukühlen, was im zweiten Falle ſtatt fand, indem hier der Stral ungetheilt die Kohle erreichte. Ward hingegen der Dampfſtral ſtatt gegen „eine", zwiſchen „mehrere" glühende Kohlen gerichtet, ſo vermehrte ſich die Schnelle und die Hitze der Verbrennung in Folge eintretender Waſſerzerſetzung, da nun auch der dickere Stral keine Abkühlung der Kohlen bis zum Nichtglühen zu Wege zu bringen vermochte. Leitete man den Waſſerdampfſtral in die Flamme einer Oellampe, deren Docht zuvor ſo in die Höhe gezogen und gerichtet worden, daß er große Rauchſäulen bildete, ſo erfolge daſſelbe wie zwiſchen glühenden Kohlen; die Flamme gewann ſichtbarlich an Helligkeit. Hatte man ſtatt des fetten Brennöls Terpentinöl zur Tränkung des Dochtes

gewählt, ſo verſchwand, bei ſorgfältiger Leitung des Verſuches, der Rauch gänzlich und vollſtändigere Verbrennung deſſelben machte ſich geltend. Genau ſo verhielt ſich auch aus enger Oeffnung entſteigender, angezündet mit viel Rauch brennender Terpentinöl-Dampf. Wurde hingegen der Waſſerdampfſtrahl in Weingeiſtflamme gerichtet, ſo wirkte er nur wehend, ähnlich einem Luftſtrome, aber nicht die Helligkeit fördernd *). — In welchem Maaße Terpentinöl die Weiße der Flamme zu ſteigern vermag, davon zeugen nicht nur dieſe Verſuche und die oben (S. 430) beſchriebenen ſog. Gaslampen, ſondern auch die Verhalten verſchiedener, für ſich mit ſehr ſchwach leuchtender, bläulicher Flamme brennender Gaſe; ſo z. B. reichen einige Tropfen Terpentinöl hin, um 100 Würfelzoll leichtes Hydrocarbongas (oben S. 345, vergl. mit S. 359 Anm.), das für ſich mit ſchwach bläulicher, viel Hitze erzeugender Flamme brennt, mit lebhaftem Weißlicht verbrennen zu machen; desgleichen ſezt dieſelbe geringe Menge des gen. Oels, im genannten Verhältniß dem H-Gaſe beigegeben, auch dieſes Gas in den Stand mit glänzend weißer Flamme verbrennen zu machen, d. h. es bildet ſich dann jedesmal ein eben ſo großes Volum von Terpentinöldampf, als brennbares Gas zugegen iſt, deſſen Raum dieſer Dampf gemeinſchaftlich mit erfüllt, und mithin hierauf auch gemeinſchaftlich mit dem Gaſe verbrennt. Eben ſo werden auch beides, Weiße und Glanz, der gewöhnlichen Oellampen-Flammen lebhaft erhöhet, wenn man zuvor dem fetten Oele (Rüböl) etwas Terpentinöl zugeſezt hatte, was z. B. auch für Gaſſen-Beleuchtungen, falls dieſe mittelſt Oellampen-Flammen bewirkt werden, ſehr wichtig iſt. Das Terpentinöl darf jedoch ſolchem fetten Oele nie auf zu lange Zeit vorher beigemiſcht werden, weil es ſich ſonſt, durch Oxygengas-Verſchluckung, verharzet und ſo an ſeinem Weißleuchtungs-Vermögen mehr oder weniger einbüßt. Kienöl wirkt dem Terpentinöl ähnlich. Der Grund, warum durch Zuſammendruck verdichtete brennbare Gaſe in verdichtetem Oxygengaſe, beim Verbrennen in demſelben, im größeren Verhältniß, als die gegebene Dichte an ſich es bedingt, an Leuchtkraft gewinnen, liegt in der mit der größeren Dichte ſich mehrenden „Hemmung der Wärme-Entſtrahlung“ (oben S. 94 ff.); denn Verſuche haben gelehrt, daß ein zuvor erhiztes Thermometer ſich im H-Gaſe am ſchnellſten, im Chlor- und Kohlenſäure-Gaſe hingegen am „langſamſten“ abkühlet; meine Experimentalphyſik. II. 264 **), womit

*) In wie fern die Helle oder Dunkelheit der Umgebungen zur größeren oder geringeren Helligkeit leuchtender Körper beitragen, ſ. oben S. 27 Anm.

**) Das oben S. 93 entwickelte Geſetz des Zeitverbrauchs der Wärme-Mittheilung kann, in dem dort ausgeſprochenen Sinne, obigem Geſetze der Leucht-Verſtärkung durch Verdichtung des die Flamme umgebenden Durchſtrahlungs-Mittels (Mediums) ebenfalls dieſem Geſetze zur Erläuterung dienen. Zu überſehen iſt dann hiebei auch nicht, rückſichtlich deſſen, was die Dichte, als ſolche, beim

das oben S. 341 Anm. Beigebrachte zu vergleichen iſt. Daß mit zunehmender Dichte der Gaſe auch deren chemiſche Miſchbarkeit wächſt, und umgekehrt mit der vermehrten Verdünnung abnimmt, iſt bereits an verſchiedenen Stellen dieſer Einleitung gelegentlich zur Sprache gekommen (z. B. S. 276 und S. 361). Aus O- und H-Gas beſtehendes Knallgas ließ ſich, in Humphry Davy's hieher gehörigen Verſuchen, bei 18facher Verdünnung durch den elektriſchen Funken nicht mehr entzünden, wohl aber, wenn es, bei ſolcher Verdünnung, der Weißgluth ausgeſezt worden; daß das O-Gas an Dichte weit übertreffende (mehr als 2mal dichtere) Chlorgas hingegen konnte, mit H-Gas gemiſcht, bis zur 24fachen Verdünnung ansgedehnt werden, bevor es die elektriſche Entzündbarkeit einbüßte. Bei Rothgluth verbrannte das Knallgas „ſtill“, d. h. ohne Verknallung, nach Art des Weingeiſt- oder des Aether-Dampfes im Glühlämpchen; oben S. 430. Welche Bewandtniß es eigentlich mit der gewöhnlichen, nur von Außen und nicht auch zugleich von Innen angefachten Flamme habe, darüber belehren insbeſondere folgende zwei, in Zeiten die mehr denn hundert Jahre von einander fernen, angeſtellte Verſuche. Robert Hook (oben S. 107) füllte eine kleine, etwa zwei Zoll Durchmeſſer beſitzende Schaale bis an den Rand mit Weingeiſt, zündete dieſen an, legte dann ein Stückchen Papier genau auf die Mitte des Weingeiſts, ſo daß es von dieſer Flamme umfloſſen und bedeckt erſchien, beſchauete es hierauf, um dieſe Mitte genau zu treffen, von oben herab durch eine, das Auflodern der Flamme verhütende, über dieſelbe gehaltene Glasplatte, und tauchte nun, da das Papier genau in der Mitte ſich befand, durch die äußere Flammengränze eine Röhre bis in die Flammen-Mitte; ſogleich ſtieg ein Flammenſtrom, gleich einem dünnen cylindriſchen, außen feurigen, „innen dunkeln“ und hier nicht zündendem Häutchen auf; ſ. H.s Lampas p. 5. Den anderen, nicht minder lehrreichen Verſuch verdanken wir dem noch lebenden engliſchen Chemiker Prout. Dieſer ſchnitt ein recht feines Drathgitter, das beiläufig 900 Maſchen innerhalb eines Geviertzolles darbot, in Geſtalt einer Kerzenflamme, ließ am unteren Theil einen kleinen Drath hervorragen, der, zur Feſtigung des Gitters, in den Docht einer brennenden Kerze geſteckt ward, und beobachtete nun das Verhalten der Flamme und des Gitters, wie folgt: das Gitter, die Flamme hälftend, wurde in der äußerſt wenig ſichtbaren Außenhülle der Flamme alſobald rothglühend, während es ſich oxydirte; weiter flammeneinwärts hingegen, dort, wo die ſtark leuchtende Flammen-Außenfläche begränzt erſcheint, überzog

Verbrennungs-Leuchten leiſtet, daß auch die Stärke des Schalles mit der Dichte des Mediums wächſt; oben S. 89 Anm. u. ff. Wie die mit der Temperatur-Erhöhung ſich ſteigernde Eigenwärme gaſiger Flüſſigkeiten auch beim Flammungs-Verbrennen wirkſam iſt, ergiebt ſich aus dem Inhalte der Anm. zu S. 345.

es ſich dickſchichtig mit Ruß, ſo daß derſelbe hinter dem rothglühenden Gittertheil eine kegelförmige Linie bildete, hinter welcher der Drath ſich nur ſchwach geſchwärzt zeigte. Dieſer leztere Theil bezeichnete jene Stelle, in welcher der brennbare Luft-, wie Dampf-, d. i. Gas-, ſo wie der Dunſttheil des Innern der Flamme, aus der zuvor geſchmolzenen und dann im und am Dochte durch Haarröhrchen-Wirkung (Flächen-Anziehung) empor gehobenen Kerzenmaſſe, vom Dochte aufſteigend gebildet wurde. — Was früher ſchon das Löthrohr gelehrt hatte, das beſtätigte nun auch dieſer Verſuch, indem er den Beweis lieferte: α) daß es der faſt unſichtbare Flammentheil iſt, der die meiſte Hitze entwickelt, β) daß innerhalb dieſes äußerſten, von mir, zuvor durch Flammen-Hülle bezeichneten Theiles, oder vielmehr, daß innerhalb dieſer „ſchwächeſt leuchtenden" Außen-Flamme, die das Hauptlicht ſpendende Innen-Flamme, als der mindeſt hitzende, nicht brennende, ſondern annoch brennbare, ſeinen Dunſt oder Rauchtheilchen nach glühende und ſowohl hiedurch, als auch kraft ſeiner Lichtſpiegelung „ſtärkeſt leuchtende" Flammentheil ſchwebe (oder daß die Leucht-Flamme in der Hitzungs-Flamme ſtecke und von ihr umſpielt erſcheine) und daß γ) im Innerſten dieſes Flammen-Antheils gar keine Spur von Verbrennung, ſondern nur Röſtung und Röſtungs-Wirkung — und dieſe, ihren Erzeugniſſen nach auch nur ſchwach — merkbar werde; denn während das Drathgitter in P.s Verſuch nur von der Außenflamme zum Glühen gebracht und darin erhalten wurde, fand auch nur hier, mittelſt des Oxygengaſes der atmoſphäriſchen Luft, Verbrennung ſtatt; und die aus dieſer Verbrennung hervorgegangene Hitze, lediglich ſie war es, welche jene im Dochte anſteigend gebildeten Brenndämpfe, ſammt zugehörigem Rauch und Dunſt, in Brennlüfte zerſezte, während ihr zunächſt, weiter einwärts, die ſtärkſte, im Innerſten der Flamme aber die ſchwächſte Ruß-Bildung ſtatt fand. Lezteres beſtätigte noch folgender Verſuch: P. ſenkte eine zwei Zoll lange, an beiden Enden offene Glasröhre, deren äußerſter Querdurchmeſſer kleiner als jener der Außenflamme war und deren innerer dem des Dochtes faſt gleich kam, mit ihrem unteren Ende fallrecht (perpendiculär oder ſenkrecht) über den kurz zuvor gepuzten Docht einer brennenden Talgkerze ſo, daß ſie für die Dämpfe des Dochtes eine Art Kamin oder Zugröhre darſtellte; ſie erſchien ſehr bald außen mit Ruß belegt, blieb innen hingegen davon faſt ganz frei. Aenderte P. den Verſuch dahin, daß er eine rechtwinklig gebogene Röhre mit dem einen ihrer Schenkel ſenkrecht in die Flamme tauchte, während der andere über derſelben ſeitwärts hervorragte, ſo verdichteten ſich in dem unteren heißeren Röhrentheil die dem Innerſten der Flamme entſtiegenen Dämpfe zu einer röthlich-braunen, widrig (dem Dampfe einer ausgeblaſenen Unſchlittkerze ähnlich) riechenden Flüſſigkeit während ſich im oberen, kälteren Röhrentheile eine wachsharte bei 212° F. (= 100 C. oder 80° R.) ſchmelzende, und weiter ab-

wärts, in der kälteſten Gegend der Röhre, eine weichere, ſchon bei 90° F. (= 32°,22 C. oder 25°,78 R.) ſchmelzende ähnliche Maſſe abgeſezt hatte, die, für ſich erhizt, in entzündlichen weißen Dunſt übergieng, der angezündet mit weißer Flamme brannte *). Dieſe Abänderung des erſteren Verſuches zeigt, daß die *Ruß-Bildung* dort von Statten geht, wo das von außenher einwogende atmoſphäriſche, bereits dem größeren Theile nach durch die verbrennende Subſtanz der Außerflamme verzehrte Oxygengas, nur noch zur Verbrennung des Hydrogen-Gehaltes der gaſigen Hydrocarbone des Dochtes hinreicht, hingegen nicht mehr zu jener des Carbon-Gehaltes dieſer Gaſe (woraus denn zugleich klar wird, daß die *Außenflamme* größtentheils aus *verbrennendem Hydrogen* beſteht, und ſchon aus dieſem Grunde am wenigſten leuchtend und am ſtärkſten hitzend wirkt) und daß ſolche Sonderung der brennbaren Elemente außerdem noch dadurch unterſtüzt wird, daß bei der von Innen (der Flamme) her *geminderten Hitze* wohl hydrogenreiche, aber nicht *carbon*-reiche Hydrocarbone zur Verbrennung gebracht und darin unterhalten werden können.

xx) Bei einer Wachskerze laſſen ſich obige Flammentheile dadurch leicht wahrnehmen und unterſcheiden, daß die Außenflamme unten *blau*, weiter oben hingegen kaum ſichtbar und gelblich-röthlichweiß gefärbt erſcheint, wobei die Farbe des erſteren ſich in die Farbloſigkeit des lezteren (in dieſen bei glänzender Tageshelle wenig ſichtbaren Theil) allmählig verliert, während nächſt dieſem oberen, kegelförmigen Außenſaum, nach Innen hin, ein durchſichtiger, rauchiger, kegelförmiger Theil weilt (in dem ſelbſt ſehr brennbare Materien, z. B. *Phosphor*, *Kampfer* ꝛc., wenn ſie hineingebracht werden, nicht brennen) und zwiſchen beiden der leuchtendſte Theil der ganzen Flamme hervortritt. Erwägt man, daß wir dort Gegenſtände *blau*-farbig erblicken, wo wir ſie durch ein helles oder erhelltes Medium hindurch als *dunkele* wahrnehmen, indeſſen helle (oder

*) P. erklärt zugleich die Abnahme der Leuchtſtärke der Kerzenflamme, wenn dieſe lange nicht gepuzt worden, ſo daß den Innenraum der Flamme eine lange Schnuppe füllt, nicht nur aus der großen dunkelen, *Licht-dämpfenden* Oberfläche ſolcher Schnuppe, ſondern auch aus der *großen Wärme-Leitung* der „*heißen*“ *Dochtkohle*, wodurch die Flamme fortdauernd an Wärme durch Ableitung verliert und ſo unfähig erſcheint: das in Dunſt und Dampf verwandelte Unſchlitt zum Brennen hinreichend heiß zu erhalten. Meines Erachtens iſt es jedoch nicht ſowohl dieſe, durch die Flamme ſelbſt (ſofern nämlich dieſe unter allen Umſtänden dem Dochte zur Hülle dient) mehr oder weniger beſeitigte Wärme: „Ableitung“, als vielmehr die große Wärme-*Entſtralung*, welche der beträchtlich an Länge und Dicke vergrößerte Docht gewährt — denn die *dunkelen* und *rauhen* Körper, zumal die erhizten, ſind die beſten Wärme-Entſtraler — wodurch die Innen-Kühlung hauptſächlich in den Gang kommt und mehr und mehr geſteigert wird; vergl. oben S. 107 Anm. Uebrigens iſt die Form der *Docht-Schnuppe* darum nicht unbeachtungswerth, weil ſie mit jener mancher geſtielten *Schwämme* und *Pilze* nicht zu verkennende Aehnlichkeit darbietet.

es ſich dickſchichtig mit Ruß, ſo daß derſelbe hinter dem rothglühenden Gittertheil eine kegelförmige Linie bildete, hinter welcher der Drath ſich nur ſchwach geſchwärzt zeigte. Dieſer leztere Theil bezeichnete jene Stelle, in welcher der brennbare Luft-, wie Dampf-, d. i. Gas-, ſo wie der Dunſttheil des Innern der Flamme, aus der zuvor geſchmolzenen und dann im und am Dochte durch Haarröhrchen-Wirkung (Flächen-Anziehung) empor gehobenen Kerzenmaſſe, vom Dochte aufſteigend gebildet wurde. — Was früher ſchon das Löthrohr gelehrt hatte, das beſtätigte nun auch dieſer Verſuch, indem er den Beweis lieferte: α) daß es der faſt unſichtbare Flammentheil iſt, der die meiſte Hitze entwickelt, β) daß innerhalb dieſes äußerſten, von mir, zuvor durch Flammen-Hülle bezeichneten Theiles, oder vielmehr, daß innerhalb dieſer „ſchwächeſt leuchtenden" Außen-Flamme, die das Hauptlicht ſpendende Innen-Flamme, als der mindeſt hitzende, nicht brennende, ſondern annoch brennbare, ſeinen Dunſt oder Rauchtheilchen nach glühende und ſowohl hiedurch, als auch kraft ſeiner Lichtſpiegelung „ſtärkeſt leuchtende" Flammentheil ſchwebe (oder daß die Leucht-Flamme in der Hitzungs-Flamme ſtecke und von ihr umſpielt erſcheine) und daß γ) im Innerſten dieſes Flammen-Antheils gar keine Spur von Verbrennung, ſondern nur Röſtung und Röſtungs-Wirkung — und dieſe, ihren Erzeugniſſen nach auch nur ſchwach — merkbar werde; denn während das Drathgitter in P.s Verſuch nur von der Außenflamme zum Glühen gebracht und darin erhalten wurde, fand auch nur hier, mittelſt des Oxygengaſes der atmoſphäriſchen Luft, Verbrennung ſtatt; und die aus dieſer Verbrennung hervorgegangene Hitze, lediglich ſie war es, welche jene im Dochte anſteigend gebildeten Brenndämpfe, ſammt zugehörigem Rauch und Dunſt, in Brennlüfte zerſezte, während ihr zunächſt, weiter einwärts, die ſtärkſte, im Innerſten der Flamme aber die ſchwächſte Ruß-Bildung ſtatt fand. Lezteres beſtätigte noch folgender Verſuch: P. ſenkte eine zwei Zoll lange, an beiden Enden offene Glasröhre, deren äußerſter Querdurchmeſſer kleiner als jener der Außenflamme war und deren innerer dem des Dochtes faſt gleich kam, mit ihrem unteren Ende fallrecht (perpendiculär oder ſenkrecht) über den kurz zuvor gepuzten Docht einer brennenden Talgkerze ſo, daß ſie für die Dämpfe des Dochtes eine Art Kamin oder Zugröhre darſtellte; ſie erſchien ſehr bald außen mit Ruß belegt, blieb innen hingegen davon faſt ganz frei. Aenderte P. den Verſuch dahin, daß er eine rechtwinklig gebogene Röhre mit dem einen ihrer Schenkel ſenkrecht in die Flamme tauchte, während der andere über derſelben ſeitwärts hervorragte, ſo verdichteten ſich in dem unteren heißeren Röhrentheil die dem Innerſten der Flamme entſtiegenen Dämpfe zu einer röthlich-braunen, widrig (dem Dampfe einer ausgeblaſenen Unſchlittkerze ähnlich) riechenden Flüſſigkeit während ſich im oberen, kälteren Röhrentheile eine wachsharte bei 212° F. (= 100 C. oder 80° R.) ſchmelzende, und weiter ab-

wärts, in der kälteſten Gegend der Röhre, eine weichere, ſchon bei 90° F. (= 32°,22 C. oder 25°,78 R.) ſchmelzende ähnliche Maſſe abgeſezt hatte, die, für ſich erhizt, in entzündlichen weißen Dunſt übergieng, der angezündet mit weißer Flamme brannte *). Dieſe Abänderung des erſteren Verſuches zeigt, daß die Ruß-Bildung dort von Statten geht, wo das von außenher einwogende atmoſphäriſche, bereits dem größeren Theile nach durch die verbrennende Subſtanz der Außerflamme verzehrte Oxygengas, nur noch zur Verbrennung des Hydrogen-Gehaltes der gaſigen Hydrocarbone des Dochtes hinreicht, hingegen nicht mehr zu jener des Carbon-Gehaltes dieſer Gaſe (woraus denn zugleich klar wird, daß die Außenflamme größtentheils aus verbrennendem Hydrogen beſteht, und ſchon aus dieſem Grunde am wenigſten leuchtend und am ſtärkſten hitzend wirkt) und daß ſolche Sonderung der brennbaren Elemente außerdem noch dadurch unterſtüzt wird, daß bei der von Innen (der Flamme) her geminderten Hitze wohl hydrogenreiche, aber nicht carbon-reiche Hydrocarbone zur Verbrennung gebracht und darin unterhalten werden können.

xx) Bei einer Wachskerze laſſen ſich obige Flammentheile dadurch leicht wahrnehmen und unterſcheiden, daß die Außenflamme unten blau, weiter oben hingegen kaum ſichtbar und gelblich-röthlichweiß gefärbt erſcheint, wobei die Farbe des erſteren ſich in die Farbloſigkeit des lezteren (in dieſen bei glänzender Tageshelle wenig ſichtbaren Theil) allmählig verliert, während nächſt dieſem oberen, kegelförmigen Außenſaum, nach Innen hin, ein durchſichtiger, rauchiger, kegelförmiger Theil weilt (in dem ſelbſt ſehr brennbare Materien, z. B. Phosphor, Kampfer ꝛc., wenn ſie hineingebracht werden, nicht brennen) und zwiſchen beiden der leuchtendſte Theil der ganzen Flamme hervortritt. Erwägt man, daß wir dort Gegenſtände blau-farbig erblicken, wo wir ſie durch ein helles oder erhelltes Medium hindurch als dunkele wahrnehmen, indeſſen helle (oder

*) P. erklärt zugleich die Abnahme der Leuchtſtärke der Kerzenflamme, wenn dieſe lange nicht gepuzt worden, ſo daß den Innenraum der Flamme eine lange Schnuppe füllt, nicht nur aus der großen dunkelen, Licht-dämpfenden Oberfläche ſolcher Schnuppe, ſondern auch aus der großen Wärme-Leitung der „heißen“ Dochtkohle, wodurch die Flamme fortdauernd an Wärme durch Ableitung verliert und ſo unfähig erſcheint: das in Dunſt und Dampf verwandelte Unſchlitt zum Brennen hinreichend heiß zu erhalten. Meines Erachtens iſt es jedoch nicht ſowohl dieſe, durch die Flamme ſelbſt (ſofern nämlich dieſe unter allen Umſtänden dem Dochte zur Hülle dient) mehr oder weniger beſeitigte Wärme: „Ableitung“, als vielmehr die große Wärme-Entſtralung, welche der beträchtlich an Länge und Dicke vergrößerte Docht gewährt — denn die dunkelen und rauhen Körper, zumal die erhizten, ſind die beſten Wärme-Entſtraler — wodurch die Innen-Kühlung hauptſächlich in den Gang kommt und mehr und mehr geſteigert wird; vergl. oben S. 107 Anm. Uebrigens iſt die Form der Docht-Schnuppe darum nicht unbeachtungswerth, weil ſie mit jener mancher geſtielten Schwämme und Pilze nicht zu verkennende Aehnlichkeit darbietet.

erleuchtete) durch dunkles, an ſich nicht erhelltes oder trübes Mittel hiedurch *roth* erſcheint, ſo erklären ſich die in der Flamme erſcheinenden Farbenfolgen ſehr wohl, deutlicher jedoch zeigt dieſes die gewöhnliche einfache Weingeiſtflamme und mehr noch jene, welche man erhält, wenn man in einem Metallgefäße, deſſen Mündung in eine ſehr enge Röhre ausläuft *), zum Theil mit Weingeiſt füllt, dieſen zum Sieden bringt und den Dampfſtral ſofort anzündet; lezterer, zur mehr oder weniger langen Flamme ausgebildet, kann dann auch ſtatt des Löthrohrs zum Biegen, Schmelzen und Umformen von Glasröhren ꝛc. in Gebrauch genommen werden.

γγ) Die meiſten *Flammen* ſind mehr oder weniger *farbig*; doch mindert ſich bei mehreren, wie bereits oben beim O=Gaſe bemerkt wurde, bei manchen ſehr, die Farbe durch Erhöhung der Verbrennungs=Beſchleunigung, wie denn z. B. Schwefel im zuſammengepreßten, reinen O=Gaſe mit violett=weißlichem Lichte verbrennt. Bei gewöhnlichem Drucke hingegen zeichnen ſich mehrere Stoffe und Stoffverbindungen durch eigenthümliche *Verbrennungs=Farben* aus,

*) Hiezu, ſo wie zur Erläuterung der Umbildung des an ſich gar nicht ſichtbaren Weingeiſtdampfes in ſehr wohl, und auch bei vollkommenſter Tageshelle ſichtbaren Dunſt, dient mir eine, aus zwei hohlen meſſingenen Halbkugeln zuſammengelöthete, 2 Zoll Durchmeſſer habende Hohlkugel, die oben eine 2—3 Linien weite, runde, eine Schraubenmutter darſtellende Oeffnung hat, in welche theils gerade, theils gebogene, einfache, ſo wie auch mehrarmige, kegelförmige, meſſingene Röhren luftdicht eingeſchraubt werden können, von denen jede (und ſo bei den mehrarmigen jeder Arm) in eine ſehr feine Röhre ausmündet. Dieſe Kugel fülle ich bis zum Dritttheil oder bis zur Hälfte mit Weingeiſt, dem ich, wenn er möglichſt weißglänzend verbrennen ſoll, etwas Terpentinöl oder Kampfer beigebe, und ſetze ſie, in der Art vorbereitet, auf einen meſſingenen Dreifuß, daß ſie in den oberen Ring deſſelben feſtſteht und ihre eingeſchraubte Röhre ſenkrecht nach oben oder wagrecht gerichtet erſcheint, und im lezteren Falle die Mündung dieſer Röhre von dem oberſten Rande des Dochtes einer kleinen, dreiviertel Würfelzoll Hohlraums=Inhalt habenden, cylindriſchen, meſſingenen, eindochtigen Lampe ¾ bis 1 Zoll fernt. Dieſes Lämpchen ruhet auf einer kleinen meſſingenen, wagrecht an dem Dreifußring befeſtigten Platte, mit eingefalzten Seitenrändern, ſo daß der etwas hervorragende Bodenrand des Lämpchens in dieſe Falzen hin und her geſchoben, die Röhrenmündung der Meſſingkugel alſo beliebig mehr oder weniger genähert und damit das Lämpchen zugleich vollkommen feſtgeſtellt werden kann. Die Meſſingkugel wird dann durch eine andere, innerhalb des Dreifußes unter die Kugel geſtellte Lampe erhizt, und ſobald der Weingeiſt ſiedet, die kleine, vor der Röhrenmündung befindliche Lampe angezündet. So wie dann der Weingeiſt=Dampfſtral das Flämmchen des Lämpchens beſtreicht, ſieht man: 1) zwiſchen dieſem Flämmchen und der Röhrenmündung gar nichts; 2) einen mit ſeiner Spitze gegen das kleine Flämmchen gerichteten großen Flammenkegel, der in der Nähe das Flämmchen *blau*, weiter abwärts *gelblich=röthlich*, und noch mehr entfernt vollkommen *roth* erſcheint; 3) deutlich *drei* verſchiedene: eine *innerſte*, kaum leuchteude, kurze, bläuliche, eine *mittlere*, ſtark leuchtende, und eine *äußerſte*, nur in der Nähe ſichtbare, matt leuchtende Flamme. Kundige erſehen aus der vorſtehenden Beſchreibung, daß die ganze Vorrichtung eine Abänderung der bekannten *Feuerfontaine* darſtellt, ſobald ſtatt der einarmigen eine zweiarmige Röhre eingeſchraubt wird, deren lange gebogene Arme, aufwärts gerichtet, engmündig auslaufen.

die jedoch von der Temperatur, bei der die Verbrennung vor ſich geht, mehr oder minder von einander abweichen, und gemeinhin, bei ſehr hoher Temperatur angezündet, mit einer Flamme verbrennen, die, in Abſicht auf Färbung, jener ähnelt, welche dieſelben Stoffe darbieten würden, wenn man ſie im unvermiſchten Oxygengaſe verbrennte. Verdichtete atmoſphäriſche Luft iſt übrigens, ſo ſcheint es auf den erſten Anblick, hinſichtlich ihres Zündungs-Vermögens, nicht immer ein Vertreter des O-Gaſes; denn Phosphor z. B., der in unverdichteter atmoſphäriſcher Luft von gewöhnlicher Temperatur (die jedoch über 7° C. hinausgehen muß) im Dunkeln leuchtet, d. h. mäßig ſtark leuchtend langſam verbrennt, was im unverdünnten O-Gaſe erſt bei einer Temperatur von 27° bis 60° C. + 0 möglich wird, leuchtet (Helwig zufolge) bei zuſammengepreßter atmoſphäriſcher Luft von gewöhnlicher Temperatur nicht, wohl aber im verdünnten O-Gaſe; indeſſen iſt dieſe Ausnahme von dem Zündungsgeſetze, dem die atmoſphäriſche Luft ſich unterworfen zeigt, in der That nur ſcheinbar. Das Leuchten des Phosphors (und eben ſo des Schwefels, und wahrſcheinlich auch das aller übrigen feſten Brennzünder; ſ. m. Grundz. d. Phyſ. u. Chem. I. S. 333) iſt nämlich in gedoppelter Weiſe möglich, einmal durch Verdampfung ohne alle Verbrennung (wie denn Schwefel durch Erwärmung leuchtenden Dampf entwickelt, der abgekühlt wieder zu einfachem, durchaus unverbranntem Schwefel ſich verdichtet, und wie Phosphor in der Guerikiſchen Leere lebhaft und anhaltend leuchtet, zumal wenn Umhüllung deſſelben mit ungeſponnener Baumwolle deſſen Dampf bis zu einem gewiſſen Grade verdichtet und die Fällung dieſes verdampften Phosphor-Antheils an die Oberfläche des unverdampft gebliebenen hindert) und dann durch Verbrennung. Wahrſcheinlich iſt aber das in beiden Fällen entſtralende Licht elektriſchen Urſprungs; nämlich im erſteren Falle Folge der Entwicklung von —E, durch Bindung von +E; im leztern Erzeugniß der andauernd folgenden Vereinigung von dem bei dem chemiſchen Miſchen (des Brennzünders, z. B. des Phosphors und des Oxygens, oder des dieſen Grundſtoff vertretenden Stoffes oder Einungs-Gemiſches; ſ. a. a. O. S. 786); ſ. oben S. 326 Anm. In der zuſammengepreßten atmoſpäriſchen Luft iſt theils die Verdampfung beträchtlich gemindert (oben S. 57), theils auch mit dieſer Minderung jene Beweglichkeit geſchwächt, welche die chemiſche Miſchung ſtarrer Theilchen mit gaſigen Stoffen heiſcht, und die am vollkommenſten hergeſtellt wird durch ein Maaß von Erhitzung, hinreichend groß, um die Starrheit der Oberfläche — in obigem Falle die des Phosphors — aufzuheben. Denn was ſich chemiſch vereinigen ſoll, muß hinreichend beweglich ſein, und mehr will auch der Erfahrungsſatz der ältern Chemie Corpora non agunt nisi fluida (chemiſch wirken leibliche Dinge nur auf- und ineinander, wenn ſie flüſſig, d. h. durchgängig frei beweglich ſind)

nicht ſagen. Folgende Beiſpiele von farbloſen und farbigen Verbrennungs-Leuchtungen mögen jenen Einfluß, welcher Verbrennungs-Beſchleunigung und dadurch erwachſende Erhöhung der Temperatur auf Stärke und Artung des Leuchtens ausübt, zur Erläuterung dienen; über die durch dieſe Verbrennungen erzeugten Temperatur-Erhöhungen ſ. oben S. 437 u. S. 356 Anm.

Namen der brennend-entflammbaren Stoffe, oder der Brenner.	Namen der zündenden Stoffe, oder der Zünder.	Entzündet	Stärke und Artung des Verbrennungs-Lichtes.
H. Hydrogen-Gas ſtrömend in	atmoſph. Luft		weiß, bei nicht vollkommener Reine blaßfarbig (gelblich; bei niederer Temp. bläulich).
	verdichtete Luft		blendend weiß.
	in Oxygen-Gaſe		ebenſo.
gemiſcht mit	Chlor-Gas		weiß, in's Blaßgrüne ſpielend.
C. Carbon, nämlich Diamant, brennend	im O-Gaſe	bei 13°—15° W.	theils weiß, theils glänzend roth.
B. Bor	atmoſph. Luft	bei 300° C.	röthlich.
	im O-Gaſe		glänzend weiß, ſpäterhin grünlich.
	Schwefeldampf		röthlich.
S. Schwefel	in atmoſph. Luft		blau.
	im O-Gaſe.		violett.
P. Phosphor	in atmoſph. Luft		weißlich.
	im O-Gaſe		blendend weiß.
	mit Schwefel		gelblich-weiß.

Namen der brennend-entflammbaren Stoffe, oder der Brenner.	Namen der zündenden Stoffe, oder der Zünder.	Entzündet	Stärke und Artung des Verbrennungs-Lichtes.
Se. Selen	atmoſph. Luft		röthlich-blau.
	im O-Gaſe		unten weiß, oben blaugrün.
As. Arſen	atmoſph. Luft	bei mäßiger Hitze	violett.
		„ ſtärkerer „	blaßblau.
	im O-Gaſe	(mit Exploſion)	bläulich-weiß.
Te. Tellur	atmoſph. Luft		grünlich.
Sb. Stib oder „Antimon" (Spießglanz)	atmoſph. Luft		bläulich-weiß.
Bi. Wismuth	atmoſph. Luft		ebenſo.
Zn. Zink	O-Gaſe		grünlich-hellweiß.
			„ „ blendend.
Cd. Cadmium	atmoſph. Luft		weiß.
Sn. Zinn	atmoſph. Luft		bläulich-blendendweiß.
	O-Gaſe		blendendweiß.
Mn. Mangan	O-Gaſe		ebenſo.
Co. Kobalt	atmoſph. Luft		rothflammend.
	O-Gaſe		nur augenblicklich mit ähnlicher Farbe entflammend.
Ni. Nickel			gelblich-weiße glühende Funken.
Fe. Eiſen	atmoſph. Luft		röthlich-weiß.

Namen der brennend=entflammbaren Stoffe, oder der Brenner.	Namen der zündenden Stoffe, oder der Zünder.	Entzündet	Stärke und Artung des Verbrennungs=Lichtes.
	O=Gaſe		blendendweiß, in röthlichen Dunſt (des entſtandenen Oxyd's) gehüllt.
Cu. Kupfer	atmoſph. Luft		hellgrün.
	O=Gaſe		weißlich=grün.
Ag. Silber, ſ. oben S. 396.			
Pd. Pallad	O=Gaſe		feuerroth.
Pt. Platin	O=Gaſe		weiß, dem verbrennenden Eiſen ähnlich.
$C_{12}H_2$. Fichtenkohle	atmoſph. Luft		theils bläulich=, theils gelbröthlich=weiß.
	O=Gaſe		lebhaft weiß.
CO. Carbonoxyd=Gas; ſ. oben S. 348.	atmoſph. Luft		blau=leckend, bei hoher Gluth gelblich.
	O=Gaſe		weiß.
Oelbildendes Gas	atmoſph. Luft		weiß.
A_2H_6. Ammon=Gas (oder „Ammoniak=Gas")	atmoſph. Luft	bei hoher Temp.	weißlich.
K. Kalium (oder „Potaſſium")	im O=Gaſe		blendend bläulich=weiß, in's Purpurne ſpielend.

Namen der brennend-entflammbaren Stoffe, oder der Brenner.	Namen der zündenden Stoffe, oder der Zünder.	Entzündet	Stärke und Artung des Verbrennungs-Lichtes.
Na. Natrium (oder „Sodium“)	im Waſſer (unter Mitverbrennung von Hydrogengas)		blendend purpur-bläulich-weiß.
	im O-Gaſe		blendendweiß, in's Violette ſpielend.
	im Waſſer		gelblich-weiß.
Ba. Baryum (oder „Baryt-Metall“)	im Waſſer		hellroth, ſehr glänzend.
	atmoſph. Luft		dunkelroth.
Sr. Strontium (oder „Strontit-Metall“)	im O-Gaſe		carminroth.
Ca. Calcium (oder „Kalk-Metall“)	im O-Gaſe		gelbroth.
Mg. Magnium (oder „Bittererden-Metall“)	im O-Gaſe		roth.

Zuſätze: 1) Prismatiſch gebrochen zeigt das Licht des Schwefels einen kaum erkennbaren hellen Streifen (ſ. m. Grundz. II. 261), während im prismatiſch gebrochenen Lichte des brennenden Hydrogen, ſo wie in jenem des brennenden Alkohol, dieſe Linie oder dieſe Streifen ſehr hell erſchien, das Licht des elektriſchen Funkens hingegen mehrere dergleichen helle, zum Theil ſehr helle Linien darbietet. Lithion oder „Steinalkali,“ d. i. das baſiſche Oxyd des Lithium, und Strontium, gewähren beide rothe Flammen, und ähnlich färben ſie auch (wenn z. B. Lithionnitrat, d. i. azotſaures oder ſalpeterſaures Lithion, oder ſtatt deſſen Strontit-Nitrat oder ſogenannter ſalpeterſaurer Strontian Schießpulver-ähnlichen Gemiſchen beigegeben werden, oder wenn man die Dochte der Kerzen mit den Löſungen dieſer Salze tränkt, bevor man ſie mit Wachs oder Unſchlitt überzieht, oder wenn man ſie, oder beſſer die ſog. ſalzſauren Salze dieſer baſiſchen Oxyde, in Alkohol löſ't und dieſen dann abbrennt), brennende Kohle, Schwefel, brennendes Wachs, Unſchlitt, brennenden Weingeiſt und ſelbſt brennendes Kohlenwaſſerſtoffgas, weßhab man das Strontit-Nitrat auch häufig zur Darſtellung von ſog. Rothfeuern verwendet. Läßt man hiebei das vom Lithion gefärbte Rothlicht durch ein Prisma gehen, ſo bildet dieſes, Talbot's Beobachtungen gemäß, nur einen zuſammenhängenden rothen Stral, während durch Strontit gerötheteſ Licht unter gleichen Umſtänden ein ſog. Spectrum (prismatiſches Farbenbild) darbietet, das aus einer großen Zahl rother, durch dunkle Zwiſchenräume getheilter Stralen gebildet wird. Was übrigens die Feuerfärbungen überhaupt bewirkt, ſind in der Regel an ſich benennbare, im Verbrennen begriffene Stoffe, zumal Metalle in Dampfform, und zwar in allen den Fällen, in welchen den übrigen brennbaren Stoffen, z. B. dem Weingeiſte, Schießpulver-Sätzen oder deren Vertretern ꝛc., dergleichen brennbare Stoffe im bereits verbrannten Zuſtande (z. B. Strontium als Strontit-Nitrat) zugeſezt worden waren; denn in dieſem Falle bewirkt die Hitze der übrigen verbrennenden Stoffe Zerſtreuung und Verflüchtigung jener verbrannten, zur Flammenfärbung ausersehenen, und dadurch Herſtellung (Reduction; oben S. 348) derſelben innerhalb des inneren dunkelen Flammentheils zu Metalldämpfen, die dann am Flammenſaume mit der ihnen zukommenden Farbe verbrennen. Ein hieher gehöriges vorzügliches Rothfeuer gewährt folgendes Gemenge: 64 Gewichtstheile ſalpeterſauren Strontians (d. i. kryſtalliſirten Strontit-Azotat oder Nitrat), 21 Schwefel, 8 Kalichlorat oder ſog. chlorſaures Kali, oder ſtatt deſſen (nicht gefahrvoll und wohlfeiler) dreimal ſo viel als Kalichlorat, alſo 24 Salpeter, nebſt 6 gepulverten rohen Spießglanz (d. i. Schwefelſtib) und 0,01 Sägeſpähne. Nimmt man mehr als 64 Hundertel Strontit-Nitrat ſo bleibt ein Theil unzerſezt und ungenuzt. — Einer

anderen Vorſchrift gemäß ſoll folgendes Verhältniß ein ſehr gutes *Rothfeuer* gewähren: 80 Gewichtstheile Strontit-Azotat, 10 Kali-Chlorat, 26 gereinigter Schwefel, 8 feineſtgepulvertes rohes Schwefelſtib und 4 Lindenkohlenſtaub. Das Strontit-Azotat wird auf's feinſte gerieben und im eiſernen oder kupfernen (beſſer porzellanenen) Gefäße ſo ſtark getrocknet, bis es nicht mehr ball't, ſondern vollkommen *ſtaubig* trocken erſcheint. Das Kali-Chlorat wird ebenfalls zuvor für ſich, im *trocknen*, aber nicht heißen, Porzellan- oder Steingut-Mörſer möglichſt fein zerrieben und mit dem Strontit-Azotat, durch weiteres Verreiben, auf's innigſte gemengt. Man ſchüttet nun den trocknen Lindenkohlenſtaub in den zuvor von dem Salzgemenge entleerten Steingutmörſer, fügt den trocknen Schwefel hinzu, verreibt beide gehörig, läßt dann das Salzgemenge folgen, es beim Zuſammenreiben mit dem Kohle-Schwefel möglichſt wenig drückend, und gibt endlich das Schwefelſtib bei, es mit derſelben Vorſicht, jedoch ſo innig wie irgend thunlich, damit mengend. Der Zuſatz von Kohle befördert das augenblickliche Anzünden, und darf daher nicht unterlaſſen werden; *Mohr* a. a. O. XXIII. 365 ff. Zum *Grünfeuer* wird ebendaſelbſt nachſtehendes Verhältniß mitgetheilt: 80 Gewichtstheile Baryt-Azotat, 6 Kali-Chlorat, 9 gereinigter Schwefel, 4 roher Schwefelſtib und 2 Lindenkohle. Jeder dieſer Feuerſätze brennt nicht plötzlich verpuffend, ſondern raketenartig.

2) Der Satz zu dem *bengaliſchen Weißfeuer*, oder fälſchlich ſogenannten *griechiſchen Feuer*, beſteht aus 24 Salpeter, 7 Schwefel und 1 Kohle *); jener für *römiſche Lichter* aus 48 Schießpulver, 13 Salpeter, 3 Schwefel und 36 Eiſenfeilſtaub, während im *Raketenſatze* auf 576 Salpeter, 270 Kohle und

*) Einer andern Vorſchrift zufolge mengt man, zur Darſtellung ſog. guten *Weißfeuerſatzes*, innigſt 7 Salpeter mit 2 Schwefel und 1 Spießglanz (Schwefelſtib), oder auch 24 Salpeter, 7 Schwefelblumen und 2 rothen Arſenik (Schwefelarſen); indeſſen ſind beiderlei giftige Zuſätze, der des Schwefelarſen und jener des Schwefelſtib unnöthig, wie jeder weiß, der Kohle und Schwefel mit Salpeter verpuffte. Ob man übrigens, Behufs der Entwickelung von Signalfeuern, nicht zweckmäßiger das *Leuchtvermögen des ſtark erhitzten Kalks* durch lebhafte Beleuchtung hiebei mit in Anſpruch nehmen, und, nach Art der Wirkung der Knallluftbitze, *Stücken weißen Marmors* durch bengaliſches Weißfeuer *zum Erglühen und lebhaften Mitleuchten* bringen ſollte? das ſteht zu ver-..chen. Möglich wäre es vielleicht, daß man auf dieſem wohlfeilen und einfachen Wege Vertreter der *Sonnenmikroſkope* zu Stande brächte, welche den Hydro-Oxygen-Marmor-Mikroſkopen, in denen das Licht des Kalks ſelbſt das der Sonne an Lebhaftigkeit überbietet, an Wirkſamkeit nicht nachſtänden. Eine Marmorſcheibe, oder vielmehr ein kleiner Block von weißem Marmor, in den Hintergrund des Weißfeuer-Behälters ſenkrecht ſtehend angebracht, dürfte bei Signalfeuern die Fernſichtbarkeit des Feuers ungemein erhöhen.

154 Schwefel zugegen ſind; zum Leuchtkugelnſatze 743 Salpeter, 170 Schwefel, 32 Kohle, 30 Harz und 25 Sägmehl, und zum Schwärmerſatze gegen 700 Salpeter und 154 ſog. Mehlpulver (d. i. ungekörntes Schießpulver): 134 Schwefel und 22 Harz kommen. Vergl. auch: Wiener-Feuerwerker, oder Anleitung zur Erzeugung aller Kunſt- und Luſtfeuer ꝛc. durch L. v. L—n. Mit 13 illum. Kupfertafeln. Wien 1818. 8. Wird bei dem Weißfeuerſatz ſtatt des gewöhnlichen Salpeters (d. i. des Kaliazotat) würfliger oder vielmehr Rhomboidal-Salpeter (d. i. Natronazotat) in Anwendung gebracht, ſo erſcheint die Flamme ſchön hell pomeranzengelb, und ſezt man demſelben urſprünglichen Weißfeuerſatze, neben dem einen Theil Spießglanzpulver, ein Zehntelbis ein Achteltheil ſalzſaures Wismuthoxyd (Wismuth-Chlorür) zu, ſo läßt ſich dadurch eine ſchöne blaue Flamme erzielen. Barytazotat (ſalpeterſaurer Baryt) gewährt, ſtatt Strontitazotat gewählt, grünlichgelbes oder gelblichgrünes Feuer, kryſtalliſirter Grünſpahn (d. i. Kupferoxyd-Acetat oder eſſigſaures Kupferoxyd), zuvor mit eben ſo viel Salmiak verrieben, ein lebhafter grünes, bei Zuſatz von Wismuth-Chlorür mehr oder weniger bläulichgrünes, Zinkſtaub ein grünlichweißes, Zinnſpähne (abgeſiebte, kleinſte, oder beſſer, feineſt gekörntes Zinn) ein bläulich purpurweißes ꝛc. Feuer.

3) Bei Fertigung von Kunſtfeuerſätzen iſt vor Allem erforderlich: Reinheit der zu vermengenden Beſtandtheile (der Salpeter z. B. darf weder ſog. ſalzſaures Kali oder ſalzſaures Natron — d. i. Kaliumchlorid oder Digeſtivſalz und Natriumchlorid oder Kochſalz — noch Kalkazotat oder ſalpeterſauren Kalk, noch Schwefelſäure-Salze, ſondern nur Kali, Azotſäure und Waſſer enthalten, was bei gehörig raffinirtem, d. i. gereinigtem europäiſchem Salpeter gemeinhin, bei indiſchem gewöhnlich der Fall iſt), Trockenheit derſelben und Mengungs-Innigkeit der mit einander verriebenen Pulver. Man wendet daher, um die Trockenheit der Materialien zu begünſtigen, ſtatt des kryſtalliſirten: zuvor gelinde geſchmolzenen Salpeter an (wie man ihn in manchen Gegenden, z. B. in Schweden, Behufs der Verſendungen, in kleinere Räume einengt und zugleich waſſerärmer macht, indem man ihn ſchmilzt und in Formen gießt, oder zu ſog. Kuchen geſtehen läßt), trocknet den gepulverten, oder beſſer den ſublimirten, kurz zuvor mit heißem Waſſer ausgewaſchenen Schwefel, oder die ſog. Schwefelblumen, ebenfalls, und reibt zuvörderſt die leichteren brennbaren Stoffe (z. B. den Schwefel und die vom Trocknen noch heiße Kohle, oder, ſtatt der Kohle, den mit etwas Alkohol angeriebenen Kienruß) untereinander; auf dieſelben die ſchwereren brennbaren (z. B. metalliſchen) und ſalzigen Mengtheile nach und nach ſchüttend und

alle unter ſtetem Umreiben (in dem heißen Steinmörſer, mittelſt der mäßig warmen Mörſerkeule) mit einander innigſt vermengend. — Um farbige Verbrennungen zu bewirken, bediene ich mich, bei Verſuchen im Kleinen, die zweifelsohne auch im Großen glücken werden, eines neuen, auf das Anhaftungs- und Herſtellungs-Verhältniß der Kohle gegründeten Verfahrens. Ich fand nämlich: daß die Kohle den wäſſerigen Weingeiſt entwäſſert, indem ſie ihm den Alkohol entzieht; ſo daß man Weingeiſt „lediglich mittelſt Seihung durch Kohlenpulver und hierauf folgende: geſonderte Erhitzung der Kohle bis zur Trennung des Alkohols" zu Alkohol entwäſſern kann. Es iſt dieſes ganz jenem Anhaftungsgeſetze gemäß, welches zuerſt Lowitz klar erkannte, wiewohl ſchon Boetius aus deſſen Wirken die „Brennbarkeit des Diamants" gefolgert hatte, nämlich daß die Brennbaren ſich unter ſich ſtärker anziehen, als Brennbare und Verbrannte, und daß dieſe phyſiſche Anziehung der Aehnlichen unter ſich um ſo größer iſt, je näher ſie hinſichtlich ihrer Brennbarkeit einander ſtehen. Ich habe hierauf ein neues Verfahren zur Darſtellung des entwäſſerten Weingeiſtes gegründet (ſ. m. „Zur Polytechnologie unſrer Zeit," S. 123). Schon vor faſt 34 Jahren erwieß ſich mir die Ausdehnung dieſes Anziehungsgeſetzes der Brennbaren unter ſich, in manchen Eigenthümlichkeiten im Verhalten der Holzkohle zu aufgelöſ'ten Erzmetall-Oxyden und zu Chloridhaltigen Flüſſigkeiten, inſofern es ſich von dem zugleich mit eintretenden chemiſchen Wirken der Kohle auf naſſem Wege hinlänglich unterſcheiden ließ *).

*) Vergl. meine (zu Heidelberg bei Mohr und Zimmer 1807, in 8.) erſchienenen Beiträge zur Begründung einer wiſſenſchaftlichen Chemie. II. Bd. S. 68 ff. Bereits 1802 machte der verewigte J. B. Trommsdorff eine hieher gehörige Erfahrung bekannt (deſſen Journal XI. S. 135), die ich beſtätigt fand (ebendaſ. zweites Stück, S. 108). Der Bericht über meine in den Beiträgen mitgetheilten (und dort weiter erörterten) Verſuche, erſchien zuerſt ebenfalls in Trommsdorff's Journal, nämlich im XII. Bd. deſſ., St. I., S. 100 daſelbſt. Neuerlich haben Thomas Graham (Poggendorff's Ann. XIX. 139) und Dr. Geiſeler (Brande's Archiv VII. 148) ähnliche Verſuche angeſtellt und insbeſondere die hiebei wirkende große phyſiſche Anziehung (Flächenziehung, Adhäſion) der Holzkohle dargethan und in ihren Wirkungen verfolgt. Daß phyſiſche Anziehung dieſer Art zu Zerſetzungen flüſſiger phyſiſcher Verbindungen, nämlich zu jenen verſchiedener, in Löſungsmitteln gelöſ'ter Salze führen könne, das lehren alltäglich die meiſten natürlichen Springquellen, ſofern ſie durch beträchtliche Schichten von Quarzſand emporſteigen; ſie geben nämlich an dieſe mehr oder weniger Gyps (Kalkſulphat) ab. Vergl. auch meine „Einleitung in die neuere Chemie." Halle 1814. 8. S. 375 ff. Gleiches ergibt ſich auch beim Gebrauch ſchichtweiſe mit Sand verbundenen Thierkohlen-Pulvers als reinigendes Seihemittel für hindurchzupumpendes, verdorbenes ſüßes Waſſer, durchzupumpenden fuſeligen Branntwein (der Weingeiſt beſizt geringere Adhäſion zur Kohle, als das ſogenannte fettartige, daher der Verſeifung fähige Fuſelöl) ꝛc., wie ſolches eigens dazu eingerichtete Seihbehälter darthun, z. B. jener, durch welchen während der Weltumſegelung durch

es ſich dickſchichtig mit Ruß, ſo daß derſelbe hinter dem rothglühenden Gittertheil eine kegelförmige Linie bildete, hinter welcher der Drath ſich nur ſchwach geſchwärzt zeigte. Dieſer leztere Theil bezeichnete jene Stelle, in welcher der brennbare Luft-, wie Dampf-, d. i. Gas-, ſo wie der Dunſttheil des Innern der Flamme, aus der zuvor geſchmolzenen und dann im und am Dochte durch Haarröhrchen-Wirkung (Flächen-Anziehung) empor gehobenen Kerzenmaſſe, vom Dochte aufſteigend gebildet wurde. — Was früher ſchon das Löthrohr gelehrt hatte, das beſtätigte nun auch dieſer Verſuch, indem er den Beweis lieferte: α) daß es der faſt unſichtbare Flammentheil iſt, der die meiſte Hitze entwickelt, β) daß innerhalb dieſes äußerſten, von mir, zuvor durch Flammen-Hülle bezeichneten Theiles, oder vielmehr, daß innerhalb dieſer „ſchwächeſt leuchtenden“ Außen-Flamme, die das Hauptlicht ſpendende Innen-Flamme, als der mindeſt hitzende, nicht brennende, ſondern annoch brennbare, ſeinen Dunſt oder Rauchtheilchen nach glühende und ſowohl hiedurch, als auch kraft ſeiner Lichtſpiegelung „ſtärkeſt leuchtende“ Flammentheil ſchwebe (oder daß die Leucht-Flamme in der Hitzungs-Flamme ſtecke und von ihr umſpielt erſcheine) und daß γ) im Innerſten dieſes Flammen-Antheils gar keine Spur von Verbrennung, ſondern nur Röſtung und Röſtungs-Wirkung — und dieſe, ihren Erzeugniſſen nach auch nur ſchwach — merkbar werde; denn während das Drathgitter in P.s Verſuch nur von der Außenflamme zum Glühen gebracht und darin erhalten wurde, fand auch nur hier, mittelſt des Oxygengaſes der atmoſphäriſchen Luft, Verbrennung ſtatt; und die aus dieſer Verbrennung hervorgegangene Hitze, lediglich ſie war es, welche jene im Dochte anſteigend gebildeten Brenndämpfe, ſammt zugehörigem Rauch und Dunſt, in Brennlüfte zerſezte, während ihr zunächſt, weiter einwärts, die ſtärkſte, im Innerſten der Flamme aber die ſchwächſte Ruß-Bildung ſtatt fand. Lezteres beſtätigte noch folgender Verſuch: P. ſenkte eine zwei Zoll lange, an beiden Enden offene Glasröhre, deren äußerſter Querdurchmeſſer kleiner als jener der Außenflamme war und deren innerer dem des Dochtes faſt gleich kam, mit ihrem unteren Ende fallrecht (perpendiculär oder ſenkrecht) über den kurz zuvor gepuzten Docht einer brennenden Talgkerze ſo, daß ſie für die Dämpfe des Dochtes eine Art Kamin oder Zugröhre darſtellte; ſie erſchien ſehr bald außen mit Ruß belegt, blieb innen hingegen davon faſt ganz frei. Aenderte P. den Verſuch dahin, daß er eine rechtwinklig gebogene Röhre mit dem einen ihrer Schenkel ſenkrecht in die Flamme tauchte, während der andere über derſelben ſeitwärts hervorragte, ſo verdichteten ſich in dem unteren heißeren Röhrentheil die dem Innerſten der Flamme entſtiegenen Dämpfe zu einer röthlich-braunen, widrig (dem Dampfe einer ausgeblaſenen Unſchlittkerze ähnlich) riechenden Flüſſigkeit während ſich im oberen, kälteren Röhrentheile eine wachsharte bei 212° F. (= 100 C. oder 80° R.) ſchmelzende, und weiter ab-

ſtatt von Holz, auch aus Pappe gefertigt werden dürfen, unterliegt wohl keinem Zweifel; nicht ſelten müſſen auch flache Schmelztiegel und Blumenſcherben den Feuerträgerdienſt verſehen. Ueberzieht man die hölzernen Büchſen, nachdem ſie mit dem Feuerſatze nicht zu feſt gefüllt worden, mit einem um den obern Rand zu legenden und an denſelben mittelſt Leim zu feſtigenden Blatt Papiers, ſo halten ſie ſich, zumal wenn man das Blatt außen überfirnißte, Jahre lang trocken und gut, und man kann ſie daher in ſolcher Weiſe auf längere Zeit in Vorrath fertigen. Will man ſie dann gebrauchen, ſo legt man auf die Mitte des Blattdeckels ein Stückchen brennenden Zunders oder Schwamms, oder ſtäubt etwas Selbſtzünder (Pyrophorus, ſ. oben S. 194 u. m. Grundz. I. S. 182) darüber und überläßt ſie nun ſich ſelber; ſobald das Papier irgendwo durchbrannt iſt, entzündet ſich auch der Feuerſatz, durch ſeine eigene Brennhitze an Verbrennungs-Beſchleunigung, und durch die entſtehenden feſten Salze (z. B. durch das werdende Kaliſulphat oder ſchwefelſauren Kali) an Glüh- und Leuchtſtärke gewinnend. Je höher die Büchſen, um ſo länger brennt die Maſſe; indeſſen hat dieſes Höhevermehren auch ſeine Gränzen in dem Umſtande: daß zu viel bereits verbrannte Maſſe jene Gaſe abſperrt, die beim Verbrennen entweichen ſollen, woraus dann entweder zu frühzeitiges Verlöſchen, oder, ſelten, Beendigung der Verbrennung mit einer nicht beabſichtigten Verknallung eintreten kann. Vermehrt man in dergleichen Feuerſätzen die Kohle zu ſehr, ſo werden ſie dem Schießpulver ähnlich, und ſtatt gleichförmig unter allmähliger Beſchleunigung abzubrennen, verbrennen ſie, mehr oder weniger gewaltſam, auf ein Mal. — Zur Fertigung von Lunten, zum Anzünden von Feuerſätzen und ähnlichen Vorrichtungen theilt Dr. Mohr in Liebigs und Merck's Annalen der Pharmacie, XXII. 219, nachſtehende Vorſchrift mit: Man mengt 4 Gewichtstheile Salpeter, 2 Schießpulver, 2 Kohle und 1 Schwefel, und füllt damit Patronen von der Dicke einer Federſpule (Federkiels). Solche Patronen erhält man, indem man ein Stäbchen mit ſtark geleimtem Papier umwickelt, das auf einer Seite mit Kleiſter beſtrichen worden. Dergleichen Lunten, fügt Dr. Mohr a. a. O. hinzu, verſagen nie, und werden weder durch Wind, noch durch Regen ausgelöſcht; man ſchneidet ſie, nach dem Gebrauche, mit einer Scheere hinter der brennenden Stelle ab, um den nicht brennenden Theil ſpäterhin zu ähnlichen Anzündungen verwenden zu können. — Zerſezt man ſaure Erzmetall-Auflöſungen, z. B. Kupferauflöſungen, durch Oelſeifenlöſung, ſo gewährt das auf dieſem Wege mit Metalloxyd geſchwängerte Fett ein einfaches Mittel, Kohlenpulver, Leinwand, Papier ꝛc. mit lebhaftem Farblicht verbrennen zu machen; ſ. m. Archiv f. d. geſ. Naturlehre VI. 67. — Mit Kupferoxyd-Acetat geſchwängertes und ſcharf getrocknetes Papier, gewährt übrigens gleichfalls einen brauchbaren Lunten-Vertreter,

da es im hohen Grade entzündlich iſt. Noch mehr entzündlich, und wie Platinſchwamm im mit atmoſph. Luft gemiſchten Hydrogengasſtrom erglühbar, iſt dergleichen Papier, wenn es zuvor vollſtändig verkohlt worden. Denn alſo bereitet, ſtellt es den wirkſamſten Zunder und Feuerſchwamm-Vertreter dar. Aehnlich hierin iſt ihm das mit Bleioxyd-Acetat geſchwängerte, getrocknete und verkohlte Papier, oder die auf gleiche Weiſe vorbereitete Leinwand. A. a. O. VII. 232. Profeſſor Jacobſen in Kopenhagen machte zuerſt darauf aufmerkſam, daß das Kali-Chromat (chromſaure Kali) die Verbrennlichkeit organiſcher Körper ungemein erhöhe; Hanf, Flachs, Leime mit der Löſung dieſes Salzes getränkt, brennen nun wie Feuerſchwamm oder Zunder. J. benuzt es daher zur Fertigung ſog. Moxa, was jedoch ſchon vor ihm, oder gleichzeitig mit J. auch Ferrari that, indem dieſer Baumwolle in eine Löſung von Kali-Chromat tauchte, getrocknet ihr die Geſtalt kleiner Kegel gab und mehr oder weniger zuſammenpreßte, um ſie dann am Leibe des Leidenden anzuzünden.

4) Nicht weſentlich verſchieden von dem mehr erwähnten ſogenannten griechiſchen Feuer iſt das ehemals wirkliche, deſſen Bereitungsweiſe nie öffentlich bekannt geworden. Angeblich wurde es unter andern bei der Belagerung von Konſtantinopel in Anwendung gebracht, war jedoch den Griechen des dreizehnten Jahrhunderts nicht mehr bekannt; denn der im Jahr 1204 erfolgten Eroberung von Konſtantinopel durch den großen Seehelden, den erblindeten Dogen von Venedig, Henrico Dondalo und die Kreuzfahrer ſezten Konſtantinopels damalige Bewohner keine, ſolchem Feuer gleichende oder ähnelnde Waffe entgegen. Früherhin nahm man an, daß jene leicht entzündliche, ſchwer verlöſchbare, auf dem Waſſer ſchwimmende und ſich darauf brennend erhaltende Maſſe, die auch in Flaſchen und in Krüge gefaßt, auf feindliche Schiffe, um ſie in Brand zu ſetzen, geworfen zu werden pflegte, aus Pech, Schwefel, Leinöl, Bergöl, Terpentinöl und dergleichen beſtanden habe, und zum kriegeriſchen Gebrauche von Callinicus aus Heliopolis im Jahr 678 erfunden, und bei damaliger Belagerung von Konſtantinopel gebraucht worden ſein ſollte; eine Annahme, die, wenn ſie ſich beſtätigt hätte, die weitere Vermuthung im Gefolge gehabt haben würde, daß die Benennung, griechiſches Feuer, nicht daher rühre, weil die Brennmaſſe von Griechen erfunden oder zuerſt in Anwendung gebracht, ſondern weil ſie zuerſt gegen dieſelben gebraucht worden. Eine andere Anſicht dieſes Gegenſtandes chemikaliſch-geſchichtlicher Forſchung verdanken wir den hieher gehörigen, das Alterthum betreffenden Unterſuchungen Mac-Culloch's, denen zufolge Gibbon's Angabe, daß Conſtantin der Große ſich geäußert: er habe die Bereitung des griechiſchen Feuers von einem Engel erlernt, jedoch gelobt, ſie für ſich zu

die jedoch von der Temperatur, bei der die Verbrennung vor ſich geht, mehr oder minder von einander abweichen, und gemeinhin, bei ſehr hoher Temperatur angezündet, mit einer Flamme verbrennen, die, in Abſicht auf Färbung, jener ähnelt, welche dieſelben Stoffe darbieten würden, wenn man ſie im unvermiſchten Oxygengaſe verbrennte. Verdichtete atmoſphäriſche Luft iſt übrigens, ſo ſcheint es auf den erſten Anblick, hinſichtlich ihres Zündungs-Vermögens, nicht immer ein Vertreter des O-Gaſes; denn Phosphor z. B., der in unverdichteter atmoſphäriſcher Luft von gewöhnlicher Temperatur (die jedoch über 7° C. hinausgehen muß) im Dunkeln leuchtet, d. h. mäßig ſtark leuchtend langſam verbrennt, was im unverdünnten O-Gaſe erſt bei einer Temperatur von 27° bis 60° C. + 0 möglich wird, leuchtet (Helwig zufolge) bei zuſammengepreßter atmoſphäriſcher Luft von gewöhnlicher Temperatur nicht, wohl aber im verdünnten O-Gaſe; indeſſen iſt dieſe Ausnahme von dem Zündungsgeſetze, dem die atmoſphäriſche Luft ſich unterworfen zeigt, in der That nur ſcheinbar. Das Leuchten des Phosphors (und eben ſo des Schwefels, und wahrſcheinlich auch das aller übrigen feſten Brennzünder; ſ. m. Grundz. d. Phyſ. u. Chem. I. S. 333) iſt nämlich in gedoppelter Weiſe möglich, einmal durch Verdampfung ohne alle Verbrennung (wie denn Schwefel durch Erwärmung leuchtenden Dampf entwickelt, der abgekühlt wieder zu einfachem, durchaus unverbranntem Schwefel ſich verdichtet, und wie Phosphor in der Guerikiſchen Leere lebhaft und anhaltend leuchtet, zumal wenn Umhüllung deſſelben mit ungeſponnener Baumwolle deſſen Dampf bis zu einem gewiſſen Grade verdichtet und die Fällung dieſes verdampften Phosphor-Antheils an die Oberfläche des unverdampft gebliebenen hindert) und dann durch Verbrennung. Wahrſcheinlich iſt aber das in beiden Fällen entſtralende Licht elektriſchen Urſprungs; nämlich im erſteren Falle Folge der Entwicklung von —E, durch Bindung von +E; im leztern Erzeugniß der andauernd folgenden Vereinigung von dem bei dem chemiſchen Miſchen (des Brennzünders, z. B. des Phosphors und des Oxygens, oder des dieſen Grundſtoff vertretenden Stoffes oder Einungs-Gemiſches; ſ. a. a. O. S. 786); ſ. oben S. 326 Anm. In der zuſammengepreßten atmoſpäriſchen Luft iſt theils die Verdampfung beträchtlich gemindert (oben S. 57), theils auch mit dieſer Minderung jene Beweglichkeit geſchwächt, welche die chemiſche Miſchung ſtarrer Theilchen mit gaſigen Stoffen heiſcht, und die am vollkommenſten hergeſtellt wird durch ein Maaß von Erhitzung, hinreichend groß, um die Starrheit der Oberfläche — in obigem Falle die des Phosphors — aufzuheben. Denn was ſich chemiſch vereinigen ſoll, muß hinreichend beweglich ſein, und mehr will auch der Erfahrungsſatz der ältern Chemie Corpora non agunt nisi fluida (chemiſch wirken leibliche Dinge nur auf- und ineinander, wenn ſie flüſſig, d. h. durchgängig frei beweglich ſind)

nicht ſagen. Folgende Beiſpiele von farbloſen und farbigen Verbrennungs-Leuchtungen mögen jenen Einfluß, welcher Verbrennungs-Beſchleunigung und dadurch erwachſende Erhöhung der Temperatur auf Stärke und Artung des Leuchtens ausübt, zur Erläuterung dienen; über die durch dieſe Verbrennungen erzeugten Temperatur-Erhöhungen ſ. oben S. 437 u. S. 356 Anm.

Namen der brennend-entflammbaren Stoffe, oder der Brenner.	Namen der zündenden Stoffe, oder der Zünder.	Entzündet	Stärke und Artung des Verbrennungs-Lichtes.
H. Hydrogen-Gas ſtrömend in	atmoſph. Luft		weiß, bei nicht vollkommener Reine blaßfarbig (gelblich; bei niederer Temp. bläulich).
	verdichtete Luft		blendend weiß.
	in Oxygen-Gaſe		ebenſo.
gemiſcht mit	Chlor-Gas		weiß, in's Blaßgrüne ſpielend.
C. Carbon, nämlich Diamant, brennend	im O-Gaſe	bei 13°—15° W.	theils weiß, theils glänzend roth.
B. Bor	atmoſph. Luft	bei 300° C.	röthlich.
	im O-Gaſe		glänzend weiß, ſpäterhin grünlich.
	Schwefeldampf		röthlich.
S. Schwefel	in atmoſph. Luft		blau.
	im O-Gaſe.		violett.
P. Phosphor	in atmoſph. Luft		weißlich.
	im O-Gaſe		blendend weiß.
	mit Schwefel		gelblich-weiß.

Jahr 1200, die Mauern einer Feſte bei Tyrus geſprengt haben (?); beglaubigte Nachrichten vom kriegeriſchen Gebrauche des Schießpulvers entſtammen dem 13ten und 14ten Jahrhundert. Vor Beckmann nahm man einige Zeit hindurch ziemlich allgemein an, hierin dem Th. Bartholin (De med. dan.) u. A. folgend, daß ein deutſcher Mönch, Bartholo Schwarz, der angeblich im 14ten Jahrhunderte lebte, das Schießpulver erfunden habe; der Däne Olaus Borrich, der erſte wiſſenſchaftliche Bearbeiter der Geſchichte der älteren Chemie (vergl. deſſen: De ortu et progressu Chemiae Diss. Hafniae 1668. 4. p. 126 sq.) glaubte dagegen dem Franciscaner-Mönche Roger Baco (einem Engländer, der, ſeiner für Zauberei erachteten ausgezeichneten Kenntniſſe wegen, in ſeinem 78ſten Lebensjahre, im Jahr 1284, wahrſcheinlich im Gefängniß ſtarb) die Ehre dieſer, nächſt der Erfindung der Buchdruckerkunſt für die Menſchheit wichtigſten Erfindung (vergl. meine allgemein-geſchichtlichen Folgerungen, in der Einleitung zu m. Experimentalphyſik I. S. 28, 31 und 32 der zweiten Aufl.) zuſprechen zu müſſen.

5) Hauptſache bei der Bereitung eines guten Schießpulvers iſt, wie bereits bemerkt worden, chemiſche Reinheit der zu vermengenden Beſtandtheile. Kohle, die viel Aſche gibt, bedeckt mit dieſer Aſche die Oberfläche der übrigen, im erſten Augenblick noch nicht zur Anzündung gelangten Pulverkörnchen und Körnertheilchen, und hindert ſo deren gehörige Anzündung, und gleichen Nachtheil bringen in gleicher Weiſe auch die unentzündlichen und nicht zündenden Salztheilchen eines nicht reinen, ſondern Alkalimetall-Chloride (ſog. ſalzſaures Kali, ſalzſ. Natron, ſalzſ. Kalk), auch wohl ſchwefelſaure Alkalien beigegeben enthaltenden Salpeters zu Wege; auch iſt es das azotſaure Kali (der reinſte Kali-Salpeter), das die plötzliche und gänzliche Schwefel- und Kohleverbrennung am beſten bewirk't, und es kann in dieſer Hinſicht durch azotſaures Natron und noch weniger durch azotſauren Kalk, von denen lezterer gemeinhin den nicht gehörig raffinirten Salpeter verunreint, keineswegs erſezt werden. Was ſolche Beſtäubung und Ueberziehung der Pulverkörnchen und brennlichen Körnertheilchen ſagen will, erläutert ſich unter andern ſehr gut am Platinſchwamm; denn dieſer büßt beim anhaltenden Gebrauche, in den ſog. Platinfeuerzeugen oder Zündlampen (oben S. 165), ſein Gasverdichtungs-Vermögen zum Theil durch Ueberſtäubung ſeiner Oberflächen ein, und eben ſo auch, wenn er lange in ſtauberfüllter Luft liegt (jede Zimmerluft, ja jede auch im Freien und ſelbſt über dem Meere geſchöpfte atmoſph. Luft iſt ſtaubhaltig: meine Meteorologie I. S. 11 u. 546), und wiewohl auch andere phyſiſch und chemiſche Einwirkungen (z. B. Ammongas und Ammonſalze, die in Stubenluft, zumal in jener der Schlafzimmer, nie fehlen) der Wirkſamkeit des Platinſchwammes Nachtheil bringen

können, ſo ſind es doch ſehr wahrſcheinlich auch hier nur oberflächliche Ueberdeckungen, welche den Hauptnachtheil anrichten. Dr. F. Mohrs Verſuchen zufolge wird übrigens die nachtheilige Wirkung des Staubes der Luft für den Platinſchwamm noch vermehrt durch Beſpritzung deſſelben mit jenen kleinſten Theilchen ſchwefelſauren Zinkoxyds, welche beim Auflöſen des Zinks in mäßig gewäſſerter Schwefelſäure emporſpritzend das Hydrogengas begleiten, und die an den Schwammflächen eingetrocknet und dann ſammt dem Schwamme zum Erglühen gebracht, ſelbſt zur Bildung von harten, nicht mehr gasverdichtenden Zinkplatin führen können. M. zufolge hebt man dieſen Uebelſtand dadurch wieder auf, daß man den unbrauchbar gewordenen Platinſchwamm mit reiner concentrirter Schwefelſäure 1/4 Stunde hindurch, bis zum Dampfen erhizt, hierauf erkalten läßt, die Säure abgießt, ſtatt derſelben deſtillirtes Waſſer auf die Schwämme bringt, ſie damit ebenfalls ſieden läßt und dieſe leztere Verrichtung: das Abgießen und Erneuern, ſo wie Siedenlaſſen des deſtillirten Waſſers vier bis fünf Mal wiederholt, bis die Schwämme, auf Lakmuspapier gelegt, dieſes nicht mehr röthen. Getrocknet haben ſie dann ihre urſprüngliche Zündkraft im vollen Maße wieder erlangt; Ann. d. Pharm. XVIII. 56. Daß Platinſchwamm durch Behandlung mit waſſerhaltiger Säure (beſonders Azotſäure) an Wirkſamkeit gewinne, lehrten bereits, bald nach Döbereiner's Entdeckung, Dülong und Thenard (m. Arch. f. d. ges. Naturl. I. 83). Daß übrigens nicht lediglich die Säuberung der Platinoberfläche mittelſt Säuren an der Wiederherſtellung ihrer Wirkſamkeit Theil habe, lehrten ſchon die gleich anfänglich von verſchiedenen Chemikern über dieſen Gegenſtand angeſtellten Verſuche; a. a. O. 74 ff. und 86 ff. Faraday ſah am Platinblech das Vermögen, Knallgas zu verdichten, ſchon dadurch ſchwinden, daß er das Blech mit Leinwand abrieb (und ſo Leinwandſtaub auf der Fläche zur Anhaftung brachte). — Zum Schießpulver gibt man den Hanfſtengel-, Weinrebe-, Kichernſtengel-, Fichten- und Faulbeerbaum-Holzkohlen den Vorzug; Reißhalmkohle ſcheint noch günſtiger zu wirken, und jene, welcher ausgeglüheter Ruß gewährt (ſ. o. S. 457), freilich die theuerſte, am wirkſamſten zu ſein. In neueren Zeiten wählt man in Frankreich eine oder die andere der erſtgenannten Kohlen zu nachbenannten Schießpulverſorten in denen darunter angegebenen Gewichtsverhältniſſen: Pulver für

	Kanonen.	Jagdflinten.	Felſenſprengung.	gewöhnliches Handelspulver.
Salpeter	75	78	65	62
Schwefel	12,5	10	20	20
Kohle	12,5	12	15	18

Das Kanonen- oder Kriegspulver gewährt beim Entzünden nur: Kohlenſäure- und Azot- oder Stickgas, nebſt Schwefelkalium; das Jagdpulver, außerdem noch Kalicarbonat, das Sprengpulver: neben Kohlenſäure-, Kohlenoxyd- und Stickgas auch Kalium-Biſulphurid oder Doppeltſchwefelkalium. Behufs der Verbindung der Pulverbeſtandtheile zu fertigem Schießpulver, verwandelt man zuvor jeden dieſer Beſtandtheile in den feinſten Staub, bildet dieſen mit Waſſer zum Teige an, bearbeitet den Teig mit einer Stampfmaſchine um eine möglichſt gleichförmige Vertheilung hervorzubringen, körnt die alſo hergeſtellte durchaus gleichförmige Maſſe, indem man ſie durch Pergamentſiebe treibt *) und trocknet die Körner an der Sonne oder dadurch, daß man warme Luft darüber hinwegſtrömen macht. Sollen die Körner geglättet werden, wie ſolches beim Jagdpulver geſchieht, ſo ſchüttet man ſie in einen Hohlcylinder, den man dann um ſeine Axe in Drehung verſezt. Für Gewehre, Piſtolen und dergleichen muß die Kohle nicht zu entzündlich ſein; weil ſonſt ein Theil des Pulvers zu ſchnell und noch eher verbrennt, als der übrige Theil zur Anzündung gelangt; dann unterliegt dieſer übrige Theil einer Art von Schmelzung, verwandelt ſich in eine dem Knallpulver ähnlich wirkende Maſſe, das Gewehr zertrümmert und die Kugel erhält nicht den gehörigen Stoß, ſondern verläßt den Lauf mit geringerer Schnelle, als es der Fall iſt, wenn das Pulver mäßig raſch oder gänzlich abbrennt, bevor die Kugel den Flintenlauf verläßt. Daher machen feine Körner Kanonen zerreißen, während zu grobe ſich in Flinten nur unvollkommen entzünden. Welchen Antheil überhaupt Größe der Körner, Lockerheit oder Poroſität der Körnertheile, und beſonders auch Beſchaffenheit des Gewehrlaufes, des Kanonenmetalls und innere Oberfläche der Kanone ꝛc. auf die Anzündung, Fort- und Ver-Brennung des Schießpulvers, und mithin auf deſſen Wirkſamkeit ausüben, darüber hat man in neueren Zeiten, auf dem Wege des Experiments (vergl. m. Grundz. d. Phyſ. u. Chem. I. 225) ſehr belehrende Erfahrungen geſammelt. Das gröbſte Korn hat das Sprengpulver, auch ſezt man demſelben noch Sägmehl zu, um den Zündungshergang noch mehr zu verlangſamen. In Berlin benuzte man vor etwa 17 Jahren (ob noch?) zur Darſtellung des Schießpulvers folgende Verhältniſſe: 74,545 Salpeter; 12,272 Schwefel und 13,182 Faulbaumholzkohle. Nach Watſon iſt das Beſtandtheilverhältniß im engliſchen Schießpulver 76 Salpeter, 9 Schwefel und 15 Kohle. Das oben erwähnte ſog. Mehlpulver (meiſtens beim Körnen, durch das Scheideſieb als Staub abfallend) leiſtet, indem es die Theilchen näher anſchließend und damit

*) Mittelſt ähnlicher Vorrichtungen laſſen ſich auch die Maſſen zum Kartoffel-Sago, Mais-Sago ꝛc. körnen.

Zuſäze: 1) Prismatiſch gebrochen zeigt das Licht des Schwefels einen kaum erkennbaren hellen Streifen (ſ. m. Grundz. II. 261), während im prismatiſch gebrochenen Lichte des brennenden Hydrogen, ſo wie in jenem des brennenden Alkohol, dieſe Linie oder dieſe Streifen ſehr hell erſchien, das Licht des elektriſchen Funkens hingegen mehrere dergleichen helle, zum Theil ſehr helle Linien darbietet. Lithion oder „Steinalkali," d. i. das baſiſche Oxyd des Lithium, und Strontium, gewähren beide rothe Flammen, und ähnlich färben ſie auch (wenn z. B. Lithionnitrat, d. i. azotſaures oder ſalpeterſaures Lithion, oder ſtatt deſſen Strontit-Nitrat oder ſogenannter ſalpeterſaurer Strontian Schießpulver-ähnlichen Gemiſchen beigegeben werden, oder wenn man die Dochte der Kerzen mit den Löſungen dieſer Salze tränkt, bevor man ſie mit Wachs oder Unſchlitt überzieht, oder wenn man ſie, oder beſſer die ſog. ſalzſauren Salze dieſer baſiſchen Oxyde, in Alkohol löſ't und dieſen dann abbrennt), brennende Kohle, Schwefel, brennendes Wachs, Unſchlitt, brennenden Weingeiſt und ſelbſt brennendes Kohlenwaſſerſtoffgas, weßhab man das Strontit-Nitrat auch häufig zur Darſtellung von ſog. Rothfeuern verwendet. Läßt man hiebei das vom Lithion gefärbte Rothlicht durch ein Prisma gehen, ſo bildet dieſes, Talbot's Beobachtungen gemäß, nur einen zuſammenhängenden rothen Stral, während durch Strontit geröthetes Licht unter gleichen Umſtänden ein ſog. Spectrum (prismatiſches Farbenbild) darbietet, das aus einer großen Zahl rother, durch dunkle Zwiſchenräume getheilter Stralen gebildet wird. Was übrigens die Feuerfärbungen überhaupt bewirkt, ſind in der Regel an ſich benennbare, im Verbrennen begriffene Stoffe, zumal Metalle in Dampfform, und zwar in allen den Fällen, in welchen den übrigen brennbaren Stoffen, z. B. dem Weingeiſte, Schießpulver-Säzen oder deren Vertretern ꝛc., dergleichen brennbare Stoffe im bereits verbrannten Zuſtande (z. B. Strontium als Strontit-Nitrat) zugeſezt worden waren; denn in dieſem Falle bewirkt die Hize der übrigen verbrennenden Stoffe Zerſtreuung und Verflüchtigung jener verbrannten, zur Flammenfärbung ausersehenen, und dadurch Herſtellung (Reduction; oben S. 348) derſelben innerhalb des inneren dunkelen Flammentheils zu Metalldämpfen, die dann am Flammenſaume mit der ihnen zukommenden Farbe verbrennen. Ein hieher gehöriges vorzügliches Rothfeuer gewährt folgendes Gemenge: 64 Gewichtstheile ſalpeterſauren Strontians (d. i. kryſtalliſirten Strontit-Azotat oder Nitrat), 21 Schwefel, 8 Kalichlorat oder ſog. chlorſaures Kali, oder ſtatt deſſen (nicht gefahrvoll und wohlfeiler) dreimal ſo viel als Kalichlorat, alſo 24 Salpeter, nebſt 6 gepulverten rohen Spießglanz (d. i. Schwefelſtib) und 0,01 Sägeſpähne. Nimmt man mehr als 64 Hundertel Strontit-Nitrat ſo bleibt ein Theil unzerſezt und ungenuzt. — Einer

Darſtellung des Platinſchwammes, ſog. Platinſchwarz ꝛc., vergl. auch noch Döbereiner's neueſte hieher gehörige Schrift:

dem an ſich ſchwarzen, durch Anweſenheit von Arſenichtſäure röthlich oder braun- röthlich erſcheinenden Kobaltoxyde, von den oben genannten, den Zaffer verun- reinenden Oxyden beſonders viel Arſenoxyd (d. i. Arſenichtſäure), und werden daher, um dieſes größtentheils zu entfernen, auf dem Heerde des ſog. Calcinirofens durch ſtarkes Reverberirfeuer (oben S. 380 ff.), unter öfterem Umwenden mit eiſernen, zuvor wohl abgewärmten Krücken, geröſtet. Die hiebei in Rauchform aufſteigend- entweichende Arſenichtſäure ſammelt ſich größtentheils in dem ſog. Giftfange des gewölbten Heerdes, d. i. in einer ſehr langen, gekrümmten, bretternen, von der Heerdwölbung aus beginnenden, Eſſe. Die hiebei ſich, in mehr oder weniger be- trächtlicher Ferne, an die Bretter abſetzende Arſenichtſäure iſt zum Theil noch mit ſchwarzem Arſenoxydul gemengt, und hat daher ein graues Anſehen, iſt locker und heißt in der Hüttenmanns-Sprache Arſenikblumen oder Giftmehl; jene hin- gegen, welche frei von dieſer Oxydul-Beimengung iſt, erſcheint weiß, und, falls ſie dem heißeſten Orte des Giftfanges (alſo nahe der Wölbung des Heerdes) ſich ablagerte, auch unvollkommen geſchmolzen, ſo daß ſie ein glasartiges (an der Luft nach und nach verſchwindendes) Anſehen darbietet, und führt, in derbe, dichte, metallweiße, der weißen Emaille ähnliche, ſchwere Stücke zertheilt im Handel die Benennung weißer Arſenik (auch, in Beziehung auf eine ſeiner gewöhnlichen Verwendun- gen: Rattengift). Sind nun die Kobalterze auf dieſe Weiſe vom Hauptantheile ihres Arſengehaltes befreiet, ſo werden ſie geſammelt, geſiebt, die im Siebe zurück- bleibenden, gröberen, Graupen genannten Stücke nochmals gepocht, geröſtet und geſiebt, und alles durchgeſiebte, darſtellend ein röthlich- oder bräunlichgraues Pulver, entweder ſofort angefeuchtet und in Tonnen geſchlagen (in welchen es nach einiger Zeit zuſammenbackt), oder, wie gewöhnlich, zuvor mit mehr oder weniger feinſtem Kieſelſandpulver innigſt vermengt, befeuchtet, und wie bemerkt behandelt. Die Hauptverwendung der Zaffra beſteht in deren Benutzung zur Darſtellung der Smalte, d. i. eines durch Kobaltoxyd blau gefärbten, zu Pulver gemahlenen Glaſes. Das Kobaltoxyd iſt nämlich für ſich äußerſt ſtrengflüſſig, und bildet, durch heftiges Feuer geſchmolzen, ein in ſolchem Maaße tief blaues Glas, daß es faſt ſchwarz erſcheint. Mit anderem farbloſen Glaſe verdünnt, iſt es ſchön blau und färbt daſſelbe, nach Maaßgabe ſeiner Menge, in gleicher Weiſe mehr oder weniger geſättigt, lebhaft und dauernd blau. Man vermengt zu dem Ende die Zaffer mit Pottaſche und reinem Quarzſande in Verhältniſſen, welche der beabſichtigten Farben- ſättigung entſprechen, im Mengekaſten, d. i. in einem hölzernen Troge, auf's genaueſte, ſchüttet das Gemenge in Glashäfen (Schmelzgefäße, gefertigt aus 2 feuerfeſten Thon und 1 alten Glashafenſcherbenſtaub, wie ſie zum Schmelzen des Glaſes erforderlich ſind), wärmt dieſe zunächſt im Abwärme- oder Temperir- ofen an, bringt ſie dann, bereits bis zum Glühen erhitzt, in den Schmelzofen, rührt die Maſſe in den Häfen von Zeit zu Zeit mit dem Rühreiſen um (theils um deren gleichförmige Hitzung und Vertheilungs-Berührung zu bewirken, theils um das Entweichen der, durch den Sand, d. i. durch die Kieſelſäure und deren ſtär- kere Anziehung zum Kali der Pottaſche, frei gemachten, gaſigen, unter Brauſen ent- ſteigenden Kohlenſäure zu befördern) und ſchöpft endlich das wohlgefloſſene, keine weiße, annoch unangegriffene Sandſtaubkörnchen mehr darbietende, gleichförmig und gleichmäßig blaue (wie die Schmelzer ſagen: wohl tingirte) Glas, mit ſtarken, ſchmiedeiſernen Löffeln, durch die Schöpflöcher des Ofens, aus, es in große, mit kaltem Waſſer theilweiſe gefüllte Fäſſer ſtürzend (was nicht unterlaſſen werden darf, denn nicht in kaltes Waſſer geſtürztes Blauglas gibt ſtets eine metallfarbige Schmalte. Flöße die Speiſe ins Waſſer, würde ſie Gefahr bringende Exploſionen bewirken). Zuletzt erfaßt man hiebei, mit den Löffeln, nicht mehr Blauglas (Schmalt-Glas), ſondern ſog. Speiſe (Kobaltſpeiſe, nicht zu verwechſeln mit

154 Schwefel zugegen ſind; zum Leuchtkugelnſatze 743 Salpeter, 170 Schwefel, 32 Kohle, 30 Harz und 25 Sägmehl, und zum Schwärmerſatze gegen 700 Salpeter und 154 ſog. Mehlpulver (d. i. ungekörntes Schießpulver): 134 Schwefel und 22 Harz kommen. Vergl. auch: Wiener-Feuerwerker, oder Anleitung zur Erzeugung aller Kunſt- und Luſtfeuer ꝛc. durch L. v. L—n. Mit 13 illum. Kupfertafeln. Wien 1818. 8. Wird bei dem Weißfeuerſatz ſtatt des gewöhnlichen Salpeters (d. i. des Kaliazotat) würfliger oder vielmehr Rhomboidal-Salpeter (d. i. Natronazotat) in Anwendung gebracht, ſo erſcheint die Flamme ſchön hell pomeranzengelb, und ſezt man demſelben urſprünglichen Weißfeuerſatze, neben dem einen Theil Spießglanzpulver, ein Zehntel- bis ein Achteltheil ſalzſaures Wismuthoxyd (Wismuth-Chlorür) zu, ſo läßt ſich dadurch eine ſchöne blaue Flamme erzielen. Barytazotat (ſalpeterſaurer Baryt) gewährt, ſtatt Strontitazotat gewählt, grünlichgelbes oder gelblichgrünes Feuer, kryſtalliſirter Grünſpahn (d. i. Kupferoxyd-Acetat oder eſſigſaures Kupferoxyd), zuvor mit eben ſo viel Salmiak verrieben, ein lebhafter grünes, bei Zuſatz von Wismuth-Chlorür mehr oder weniger bläulichgrünes, Zinkſtaub ein grünlichweißes, Zinnſpähne (abgeſiebte, kleinſte, oder beſſer, feineſt gekörntes Zinn) ein bläulich purpurweißes ꝛc. Feuer.

3) Bei Fertigung von Kunſtfeuerſätzen iſt vor Allem erforderlich: Reinheit der zu vermengenden Beſtandtheile (der Salpeter z. B. darf weder ſog. ſalzſaures Kali oder ſalzſaures Natron — d. i. Kaliumchlorid oder Digeſtivſalz und Natriumchlorid oder Kochſalz — noch Kalkazotat oder ſalpeterſauren Kalk, noch Schwefelſäure-Salze, ſondern nur Kali, Azotſäure und Waſſer enthalten, was bei gehörig raffinirtem, d. i. gereinigtem europäiſchem Salpeter gemeinhin, bei indiſchem gewöhnlich der Fall iſt), Trockenheit derſelben und Mengungs-Innigkeit der mit einander verriebenen Pulver. Man wendet daher, um die Trockenheit der Materialien zu begünſtigen, ſtatt des kryſtalliſirten: zuvor gelinde geſchmolzenen Salpeter an (wie man ihn in manchen Gegenden, z. B. in Schweden, Behufs der Verſendungen, in kleinere Räume einengt und zugleich waſſerärmer macht, indem man ihn ſchmilzt und in Formen gießt, oder zu ſog. Kuchen geſtehen läßt), trocknet den gepulverten, oder beſſer den ſublimirten, kurz zuvor mit heißem Waſſer ausgewaſchenen Schwefel, oder die ſog. Schwefelblumen, ebenfalls, und reibt zuvörderſt die leichteren brennbaren Stoffe (z. B. den Schwefel und die vom Trocknen noch heiße Kohle, oder, ſtatt der Kohle, den mit etwas Alkohol angeriebenen Kienruß) untereinander; auf dieſelben die ſchwereren brennbaren (z. B. metalliſchen) und ſalzigen Mengtheile nach und nach ſchüttend und

alle unter ſtetem Umreiben (in dem heißen Steinmörſer, mittelſt der mäßig warmen Mörſerkeule) mit einander innigſt vermengend. — Um farbige Verbrennungen zu bewirken, bediene ich mich, bei Verſuchen im Kleinen, die zweifelsohne auch im Großen glücken werden, eines neuen, auf das Anhaftungs- und Herſtellungs-Verhältniß der Kohle gegründeten Verfahrens. Ich fand nämlich: daß die Kohle den wäſſerigen Weingeiſt entwäſſert, indem ſie ihm den Alkohol entzieht; ſo daß man Weingeiſt „lediglich mittelſt Seihung durch Kohlenpulver und hierauf folgende: geſonderte Erhitzung der Kohle bis zur Trennung des Alkohols“ zu Alkohol entwäſſern kann. Es iſt dieſes ganz jenem Anhaftungsgeſetze gemäß, welches zuerſt Lowitz klar erkannte, wiewohl ſchon Boetius aus deſſen Wirken die „Brennbarkeit des Diamants“ gefolgert hatte, nämlich daß die Brennbaren ſich unter ſich ſtärker anziehen, als Brennbare und Verbrannte, und daß dieſe phyſiſche Anziehung der Aehnlichen unter ſich um ſo größer iſt, je näher ſie hinſichtlich ihrer Brennbarkeit einander ſtehen. Ich habe hierauf ein neues Verfahren zur Darſtellung des entwäſſerten Weingeiſtes gegründet (ſ. m. „Zur Polytechnologie unſrer Zeit,“ S. 123). Schon vor faſt 34 Jahren erwieß ſich mir die Ausdehnung dieſes Anziehungsgeſetzes der Brennbaren unter ſich, in manchen Eigenthümlichkeiten im Verhalten der Holzkohle zu aufgelöſ'ten Erzmetall-Oxyden und zu Chloridhaltigen Flüſſigkeiten, inſofern es ſich von dem zugleich mit eintretenden chemiſchen Wirken der Kohle auf naſſem Wege hinlänglich unterſcheiden ließ *).

*) Vergl. meine (zu Heidelberg bei Mohr und Zimmer 1807, in 8.) erſchienenen Beiträge zur Begründung einer wiſſenſchaftlichen Chemie. II. Bd. S. 68 ff. Bereits 1802 machte der verewigte J. B. Trommsdorff eine hieher gehörige Erfahrung bekannt (deſſen Journal XI. S. 135), die ich beſtätigt fand (ebendaſ. zweites Stück, S. 108). Der Bericht über meine in den Beiträgen mitgetheilten (und dort weiter erörterten) Verſuche, erſchien zuerſt ebenfalls in Trommsdorff's Journal, nämlich im XII. Bd. deſſ., St. I., S. 100 daſelbſt. Neuerlich haben Thomas Graham (Poggendorff's Ann. XIX. 139) und Dr. Geiſeler (Brande's Archiv VII. 148) ähnliche Verſuche angeſtellt und insbeſondere die hiebei wirkende große phyſiſche Anziehung (Flächenziehung, Adhäſion) der Holzkohle dargethan und in ihren Wirkungen verfolgt. Daß phyſiſche Anziehung dieſer Art zu Zerſetzungen flüſſiger phyſiſcher Verbindungen, nämlich zu jenen verſchiedener, in Löſungsmitteln gelöſ'ter Salze führen könne, das lehren alltäglich die meiſten natürlichen Springquellen, ſofern ſie durch beträchtliche Schichten von Quarzſand emporſteigen; ſie geben nämlich an dieſe mehr oder weniger Gyps (Kalkſulphat) ab. Vergl. auch meine „Einleitung in die neuere Chemie.“ Halle 1814. 8. S. 375 ff. Gleiches ergibt ſich auch beim Gebrauch ſchichtweiſe mit Sand verbundenen Thierkohlen-Pulvers als reinigendes Seihemittel für hindurchzupumpendes, verdorbenes ſüßes Waſſer, durchzupumpenden fuſeligen Branntwein (der Weingeiſt beſizt geringere Adhäſion zur Kohle, als das ſogenannte fettartige, daher der Verſeifung fähige Fuſelöl) ꝛc., wie ſolches eigens dazu eingerichtete Seihbehälter darthun, z. B. jener, durch welchen während der Weltumſegelung durch

Um nun von beiderlei Wirkungen der Kohle, ſei es für gewiſſe Theile der allg. Experimentalchemie (z. B. als Erleichterung der Prüfung metalliſcher Auflöſungen, auf deren metalliſchen Eigengehalt, mittelſt des Löthrohrs), ſei es für die Feuerwerker- oder vielmehr für die Luſtfeuerkunſt erſprießlichen Nutzen zu ziehen, tränke ich die dem Salpeter und Schwefel beizumengende Kohle mit weingeiſtigen Löſungen verſchiedener flammenfärbender Salze, Säuren und dergleichen, und trockne dann ſolch eingetränktes Kohlenpulver zuvörderſt in einer Retorte, indem ich Waſſer und Weingeiſt in die Vorlage gelinde abziehe; kommt es mir aber auf den Wiedergewinn des Alkohols nicht an, ſo laſſe ich ihn zum Theil bei der Kohle, indem ich dieſe unter ſtetem Umrühren in einer heißen, unſchädlichen (bei mit Kupferſalz-Löſung getränkter Kohle, z. B. in einer Kupfer-) Schaale nahe trocken bringe. Mengt man nun das alſo mit Metalltheilchen geſchwängerte Kohlenpulver mit der erforderlichen Menge Salpeters, oder Salpeters und Ammon-Azotats (ſalpeterſaures Ammoniak) und Schwefels, und zündet darauf das Gemenge an, ſo erfolgt die ſog. Verpuffung (Schnellverbrennung) unter Entwickelung von Licht, das durch ſeine Farbe die Art des der Kohle abſichtlich beigegebenen Metalles oder ſonſtigen Stoffes verräth. Es verſteht ſich von ſelber, daß dergleichen Verſuche am beſten gelingen und am deutlichſten ausfallen in möglichſt dunkeler Umgebung. Uebrigens nehme ich das Kohlenpulver auch in allen jenen Fällen für ähnliche Zwecke in Anſpruch, in welchen ich Weingeiſt- oder Flüchtigöl-Flamme farbig hervorbrechen laſſen will; z. B. um zu zeigen, wie der mit Borſäure geſchwängerte Weingeiſt mit hellgrün umſäumter Flamme brenne, während der mit Magnit-Azotat (ſalpeterſaure Magneſia oder ſalpeterſaure Bittererde) verſetzte Aehnliches im weit ſchwächeren Grade beut, der mit Kupferchlorid, oder, ſtatt deſſen mit Kupferoxyd-Azotat oder Kupferoxyd-Acetat vermiſchte hingegen mit geſättigt grünen Flammen ſpielt; oder welche Farbenänderung (welch ſchönes Blau) der Wismuthchlorid-haltige Weingeiſt, oder das Jod-haltige Terpentinöl ꝛc. darbieten, wenn ſie angezündet worden. Daß ſich Aether, ja ſelbſt Fettöle auf gleiche Weiſe zur Tränkung des Kohlenpulvers verwenden laſſen, nachdem ſie zuvor mit Flammefärbern verſehen worden, bedarf kaum bemerkt zu werden. — Bei den gewöhnlichen ſogenannten griechiſchen oder indiſchen Weiß- und Farbfeuern packt man die abzubrennenden Feuerſätze gemeinhin in hölzerne Büchſen, in runde oder viereckige, von denen man die erſteren halb ſo hoch als weit fertigen läßt, die lezteren hingegen doppelt ſo hoch als breit wählt. Daß dergleichen Büchſen,

---

v. Kruſenſtern das Trinkwaſſer rein und trinkbar erhalten wurde: S. meines deutſchen Gewerbfreundes II. Bd., S. 33 u. ff. daſelbſt. — Ueber hieher gehörige Fettöl-Reinigung; ebendaſelbſt I. 33 und III. 18 ff. und 25 ff.

ſtatt von Holz, auch aus Pappe gefertigt werden dürfen, unterliegt wohl keinem Zweifel; nicht ſelten müſſen auch flache Schmelztiegel und Blumenſcherben den Feuerträgerdienſt verſehen. Ueberzieht man die hölzernen Büchſen, nachdem ſie mit dem Feuerſatze nicht zu feſt gefüllt worden, mit einem um den obern Rand zu legenden und an denſelben mittelſt Leim zu feſtigenden Blatt Papiers, ſo halten ſie ſich, zumal wenn man das Blatt außen überfirnißte, Jahre lang trocken und gut, und man kann ſie daher in ſolcher Weiſe auf längere Zeit in Vorrath fertigen. Will man ſie dann gebrauchen, ſo legt man auf die Mitte des Blattdeckels ein Stückchen brennenden Zunders oder Schwamms, oder ſtäubt etwas Selbſtzünder (Pyrophorus, ſ. oben S. 194 u. m. Grundz. I. S. 182) darüber und überläßt ſie nun ſich ſelber; ſobald das Papier irgendwo durchbrannt iſt, entzündet ſich auch der Feuerſatz, durch ſeine eigene Brennhitze an Verbrennungs-Beſchleunigung, und durch die entſtehenden feſten Salze (z. B. durch das werdende Kaliſulphat oder ſchwefelſauren Kali) an Glüh- und Leuchtſtärke gewinnend. Je höher die Büchſen, um ſo länger brennt die Maſſe; indeſſen hat dieſes Höhevermehren auch ſeine Gränzen in dem Umſtande: daß zu viel bereits verbrannte Maſſe jene Gaſe abſperrt, die beim Verbrennen entweichen ſollen, woraus dann entweder zu frühzeitiges Verlöſchen, oder, ſelten, Beendigung der Verbrennung mit einer nicht beabſichtigten Verknallung eintreten kann. Vermehrt man in dergleichen Feuerſätzen die Kohle zu ſehr, ſo werden ſie dem Schießpulver ähnlich, und ſtatt gleichförmig unter allmähliger Beſchleunigung abzubrennen, verbrennen ſie, mehr oder weniger gewaltſam, auf ein Mal. — Zur Fertigung von Lunten, zum Anzünden von Feuerſätzen und ähnlichen Vorrichtungen theilt Dr. Mohr in Liebigs und Merck's Annalen der Pharmacie, XXII. 219, nachſtehende Vorſchrift mit: Man mengt 4 Gewichtstheile Salpeter, 2 Schießpulver, 2 Kohle und 1 Schwefel, und füllt damit Patronen von der Dicke einer Federſpule (Federkiels). Solche Patronen erhält man, indem man ein Stäbchen mit ſtark geleimtem Papier umwickelt, das auf einer Seite mit Kleiſter beſtrichen worden. Dergleichen Lunten, fügt Dr. Mohr a. a. O. hinzu, verſagen nie, und werden weder durch Wind, noch durch Regen ausgelöſcht; man ſchneidet ſie, nach dem Gebrauche, mit einer Scheere hinter der brennenden Stelle ab, um den nicht brennenden Theil ſpäterhin zu ähnlichen Anzündungen verwenden zu können. — Zerſezt man ſaure Erzmetall-Auflöſungen, z. B. Kupferauflöſungen, durch Oelſeifenlöſung, ſo gewährt das auf dieſem Wege mit Metalloxyd geſchwängerte Fett ein einfaches Mittel, Kohlenpulver, Leinwand, Papier ꝛc. mit lebhaftem Farblicht verbrennen zu machen; ſ. m. Archiv f. d. geſ. Naturlehre VI. 67. — Mit Kupferoxyd-Acetat geſchwängertes und ſcharf getrocknetes Papier, gewährt übrigens gleichfalls einen brauchbaren Lunten-Vertreter,

da es im hohen Grade entzündlich iſt. Noch mehr entzündlich, und wie Platinſchwamm im mit atmoſph. Luft gemiſchten Hydrogengasſtrom erglühbar, iſt dergleichen Papier, wenn es zuvor vollſtändig verkohlt worden. Denn alſo bereitet, ſtellt es den wirkſamſten Zunder und Feuerſchwamm=Vertreter dar. Aehnlich hierin iſt ihm das mit Bleioxyd=Acetat geſchwängerte, getrocknete und verkohlte Papier, oder die auf gleiche Weiſe vorbereitete Leinwand. A. a. O. VII. 232. Profeſſor Jacobſen in Kopenhagen machte zuerſt darauf aufmerkſam, daß das Kali=Chromat (chromſaure Kali) die Verbrennlichkeit organiſcher Körper ungemein erhöhe; Hanf, Flachs, Leime mit der Löſung dieſes Salzes getränkt, brennen nun wie Feuerſchwamm oder Zunder. J. benuzt es daher zur Fertigung ſog. Moxa, was jedoch ſchon vor ihm, oder gleichzeitig mit J. auch Ferrari that, indem dieſer Baumwolle in eine Löſung von Kali=Chromat tauchte, getrocknet ihr die Geſtalt kleiner Kegel gab und mehr oder weniger zuſammenpreßte, um ſie dann am Leibe des Leidenden anzuzünden.

4) Nicht weſentlich verſchieden von dem mehr erwähnten ſogenannten griechiſchen Feuer iſt das ehemals wirkliche, deſſen Bereitungsweiſe nie öffentlich bekannt geworden. Angeblich wurde es unter andern bei der Belagerung von Konſtantinopel in Anwendung gebracht, war jedoch den Griechen des dreizehnten Jahrhunderts nicht mehr bekannt; denn der im Jahr 1204 erfolgten Eroberung von Konſtantinopel durch den großen Seehelden, den erblindeten Dogen von Venedig, Henrico Dondalo und die Kreuzfahrer ſezten Konſtantinopels damalige Bewohner keine, ſolchem Feuer gleichende oder ähnelnde Waffe entgegen. Früherhin nahm man an, daß jene leicht entzündliche, ſchwer verlöſchbare, auf dem Waſſer ſchwimmende und ſich darauf brennend erhaltende Maſſe, die auch in Flaſchen und in Krüge gefaßt, auf feindliche Schiffe, um ſie in Brand zu ſetzen, geworfen zu werden pflegte, aus Pech, Schwefel, Leinöl, Bergöl, Terpentinöl und dergleichen beſtanden habe, und zum kriegeriſchen Gebrauche von Callinicus aus Heliopolis im Jahr 678 erfunden, und bei damaliger Belagerung von Konſtantinopel gebraucht worden ſein ſollte; eine Annahme, die, wenn ſie ſich beſtätigt hätte, die weitere Vermuthung im Gefolge gehabt haben würde, daß die Benennung, griechiſches Feuer, nicht daher rühre, weil die Brennmaſſe von Griechen erfunden oder zuerſt in Anwendung gebracht, ſondern weil ſie zuerſt gegen dieſelben gebraucht worden. Eine andere Anſicht dieſes Gegenſtandes chemikaliſch=geſchichtlicher Forſchung verdanken wir den hieher gehörigen, das Alterthum betreffenden Unterſuchungen Mac=Culloch's, denen zufolge Gibbon's Angabe, daß Conſtantin der Große ſich geäußert: er habe die Bereitung des griechiſchen Feuers von einem Engel erlernt, jedoch gelobt, ſie für ſich zu

behalten — erdichtet iſt. Mac-Culloch wies nach (im Journ. of Science, Litterature and the Arts etc. XIV. 22), daß das griechiſche Feuer ſpäter, durch Mittheilung des Callinicus, Baumeiſter zu Heliopolis, an Conſtantinus Pogonatus, um das Jahr 668 bekannt geworden ſei, daß es verſchieden geartet geweſen, und von unkundigen Geſchichtſchreibern als gleichgeartet betrachtet worden. Eine Art deſſelben habe hauptſächlich Berg-Naphtha zum Beſtandtheile gehabt, ſei vornehmlich bei Seekriegen als Zündwaffe benuzt worden, und dem Waſſer unzugänglich geweſen; es habe auf demſelben geſchwommen und ſei beim Gebrauche mit Sand vermiſcht worden, um geworfen werden zu können. Eine andere Art hätte aus Naphtha und Harzen beſtanden, ſei zähe und klebrig, auch ſehr brennbar geweſen, und mittelſt Bogen, an Pfeile befeſtigt, oder, bei größeren Maſſen, durch Balläſter und größere Wurfmaſchinen geworfen worden. Eine dritte Art brannte unter Verknallung, mit donnerähnlichem Getöſe, und ſcheint, in Abſicht auf Zuſammenſetzung und Wirkung, unſerem Knallpulver *) nahe gekommen

*) Das gewöhnliche Knallpulver (3 Gewichtstheile Salpeter, 2 Kalicarbonat und 1 Schwefel) verziſcht, wenn man es auf glühende Kohlen ſchüttet, ſchwach verpuffend; wenn es aber, z. B. eine Meſſerſpitze voll — zu Verſuchen nicht mehr, weil der Knall ſonſt, durch zu große Heftigkeit, in eingeſchloſſenen Räumen, z. B. Laboratorien, dem Gehöre des Experimentators Nachtheil bringen kann — in einem eiſernen Löffel über glühenden Kohlen, oder in einem Thontiegelchen (im Windofen) langſam erhizt wird, ſo ſchmilzt es, und nachdem dieſes einige Zeit gedauert hat, bricht eine kleine blaue Flamme hervor, und in dieſem Augenblicke erfolgt die verhältlich ſehr heftige, ſchmetternde Verknallung. Was hier vorgeht, erläutert jene Umänderung des Verſuches, welcher zufolge dieſelbe Wirkung eintritt, wenn man 1 Theil trocknes Schwefelkalium (Schwefelleber, bereitet aus gleichen Gewichtstheilen gepulverten Schwefel und trocknem Kalicarbonat, im bedeckten Thonſchmelztiegel mittelſt ſchneller Schmelzung, darauf erfolgter Ausgießung und ſogleich veranſtalteter Aufbewahrung der geſtückelten, annoch heißen Maſſe in trocknen Stein- oder Steingut-Krügen, oder Flaſchen, deren mehrere man ganz damit füllt und ſogleich mit einem feſten Kork verſchließt), mit 2 Theilen trocknen Salpeters innigſt mengt und langſam erhizt. In beiden Fällen bildet ſich eine Art Salzhaut von großer Zähigkeit, die das Verbrennen des Schwefelmetalles durch atmoſphäriſches Oxygen verhütet, während ſie die Anſammlung von etwas Schwefeldampf und deſſen Verdichtung begünſtigt, und die zur plötzlichen Verbrennung der Schwefelkalium-Maſſe nöthige Temperatur-Erhöhung vermittelt. Das blaue Flämmchen iſt brennender Schwefeldampf, deſſen Brennhitze die Temperatur bis zum Anzünden des Schwefelmetalls und Verbrennen in dem ebenfalls ſtark verdichteten, durch die Hitze aus dem Salpeter freigemachten O des Salpeters ſteigert. Es bildet ſich, auf Koſten dieſes O, aus dem Schwefelmetall: Metalloxyd und Schwefelſäure, und, abgeſehen von denen zugleich, bei der Scheidung des O von ſeinem Azot, frei werdenden, elektriſche Entladung und elektriſche Funkenbildung (und damit ſchmetternden Knall) herbeiführenden +E und —E, ſind es hauptſächlich die gaſigen Flüſſigkeiten, die, zum Theil ſchon unter der Salzhaut ſtark verdichtet (wobei die Salzhaut ähnlich dem Pfropf im Gewehre wirkt) und fertig, theils erſt durch das Verbrennen des Schwefelmetalls zur Entwickelung und Freimachung gelangen, und, herausbrechend, nach allen Richtungen hin, insbeſondere jedoch in der, der Salzhaut

zu ſein. Zugleich führt Mac-Culloch eine Stelle des Philoſtratus, aus dem Leben des Apollonius von Tyana an, der zufolge bereits zu Alexander des Großen Zeiten die Oxydracier (Bewohner der Städte zwiſchen dem Hyphaſis und Ganges) ſich von den Mauern herab mit Bliz, Donner und Donnerkeilen vertheidigten; wonach denn dem Schießpulver ähnliche Maſſen, ihrer Bereitung wie ihrer Wirkung zufolge, ſchon 300 Jahr vor unſerer Zeitrechnung in Aſien nicht ungekannt waren. Die Chineſen ſetzen jedoch die Erfindung des Schießpulvers noch weit früher und in eine völlig ungeſchichtliche Sagenzeit, haben ſie aber wahrſcheinlich ſelbſt erſt aus Indien erhalten. Lange vor dem griechiſchen Kaiſerthum kannte man in Indien ſchon den Gebrauch der Raketen, die auch, jedoch viel ſpäter, bei der Belagerung von Acre, gegen die Heeresmacht Ludwig des Heiligen geworfen wurden: in Form großer Maſſen, die viel Getöſe machten, aber ſelten Schaden anrichteten. Daß dem Schießpulver ähnliche Maſſen zum unkriegeriſchen Gebrauche auch in Deutſchland bereits im zwölften Jahrhundert (Behufs Geſteinſprengungen im Rammelsberge bei Goßlar) gebraucht wurden, ſuchte Beckmann (Anleit. zur Technologie S. 312 ff.) nachzuweiſen, allein v. Veltheim zeigte (Crell's neueſte Entdeck. X. 127) bald darauf, daß es ſich in der hieher gehörigen, von Beckmann benuzten Nachricht (aus Arnold. Lubecens. Chronol. Slavor. enthalten in Leibnitz Script. rer. brunov. II. 707) nur vom Feuerſetzen, was ohne alles Schießpulver vollzogen wird, handele. Heinrich, Pfalzgraf bei Rhein, ein Sohn Heinrich des Löwen, ſoll mit ähnlichen Gemengen, bereits im

---

entgegengeſezten Richtung (nach unten zu) die atmoſphäriſche Luft theils zurückwerfen, theils ſie in heftiges Wogen verſetzen. Jene Gaſe ſind, in der erſtern Weiſe der Anſtellung des Verſuches: Kohlenſäure- und Waſſergas (Waſſerdampf), denen durch die Verbrennung, Azotgas (nebſt etwas Schweflichtſäuregas) auf dem Fuße folgen. Die Hitze erhöhet die Elaſticität dieſer Gaſe ungemein. — Neuerlich haben Gengembre und Bottie folgende Vorſchrift zu einem Knallpulver mitgetheilt, das man durch heftigen Stoß, ausgeübt durch härteſte Körper, zur Verknallung bringt, und von dem angeblich nur jener Theil verknallt, welcher zunächſt den Stoß erleidet; die übrigen Theile hingegen nur zur Anzündung gelangen ſollen, ohne daß dieſes urplötzlich, und mithin, ohne daß es dabei zur Verknallung kommt (?). Es wird zuſammengeſezt aus: 54 chlorſaurem Kali, 21 Salpeter, 18 Schwefel und 7 Bärlappſaamen. Die Erfinder erachten dieſer, von ihnen behäupteten, nur theilweiſen Verknallbarkeit wegen, ſolches Knallpulver für völlig gefahrlos. — Da es ſich durch den Stoß harter Körper leicht entzündet, ſo würde man es vielleicht mit Nutzen beim Felſenſprengen, und ſelbſt bei ſolchen, welche unter Waſſer vor ſich zu geben beſtimmt ſind, verwenden können, wenn man in die Bohröffnungen waſſerdichte Röhren ſenkt, die aus dem Waſſer hervorragen, hier gefüllt und durch Stoß zur Verknallung gebracht werden. Serullas ſchlug übrigens für den gleichen Zweck das gewöhnliche Spreng-Schießpulver vor, das man mittelſt kohligen Metallgemiſchen entzündet, welche waſſerzerſetzende Alkalimetalle enthalten und durch Glühen von Kohle mit Alkalien und Erzmetalloxyden leicht dargeſtellt werden können; ſ. m. Archiv ſ. d. geſ. Naturl. I. 119.

Jahr 1200, die Mauern einer Feſte bei Tyrus geſprengt haben (?); beglaubigte Nachrichten vom kriegeriſchen Gebrauche des Schießpulvers entſtammen dem 13ten und 14ten Jahrhundert. Vor Beckmann nahm man einige Zeit hindurch ziemlich allgemein an, hierin dem Th. Bartholin (De med. dan.) u. A. folgend, daß ein deutſcher Mönch, Barthold Schwarz, der angeblich im 14ten Jahrhunderte lebte, das Schießpulver erfunden habe; der Däne Olaus Borrich, der erſte wiſſenſchaftliche Bearbeiter der Geſchichte der älteren Chemie (vergl. deſſen: De ortu et progressu Chemiae Diss. Hafniae 1668. 4. p. 126 sq.) glaubte dagegen dem Franciscaner-Mönche Roger Baco (einem Engländer, der, ſeiner für Zauberei erachteten ausgezeichneten Kenntniſſe wegen, in ſeinem 78ſten Lebensjahre, im Jahr 1284, wahrſcheinlich im Gefängniß ſtarb) die Ehre dieſer, nächſt der Erfindung der Buchdruckerkunſt für die Menſchheit wichtigſten Erfindung (vergl. meine allgemein-geſchichtlichen Folgerungen, in der Einleitung zu m. Experimentalphyſik I. S. 28, 31 und 32 der zweiten Aufl.) zuſprechen zu müſſen.

5) Hauptſache bei der Bereitung eines guten Schießpulvers iſt, wie bereits bemerkt worden, chemiſche Reinheit der zu vermengenden Beſtandtheile. Kohle, die viel Aſche gibt, bedeckt mit dieſer Aſche die Oberfläche der übrigen, im erſten Augenblick noch nicht zur Anzündung gelangten Pulverkörnchen und Körnertheilchen, und hindert ſo deren gehörige Anzündung, und gleichen Nachtheil bringen in gleicher Weiſe auch die unentzündlichen und nicht zündenden Salztheilchen eines nicht reinen, ſondern Alkalimetall-Chloride (ſog. ſalzſaures Kali, ſalzſ. Natron, ſalzſ. Kalk), auch wohl ſchwefelſaure Alkalien beigegeben enthaltenden Salpeters zu Wege; auch iſt es das azotſaure Kali (der reinſte Kali-Salpeter), das die plötzliche und gänzliche Schwefel- und Kohleverbrennung am beſten bewirk't, und es kann in dieſer Hinſicht durch azotſaures Natron und noch weniger durch azotſauren Kalk, von denen lezterer gemeinhin den nicht gehörig raffinirten Salpeter verunreint, keineswegs erſezt werden. Was ſolche Beſtäubung und Ueberziehung der Pulverkörnchen und brennlichen Körnertheilchen ſagen will, erläutert ſich unter andern ſehr gut am Platinſchwamm; denn dieſer büßt beim anhaltenden Gebrauche, in den ſog. Platinfeuerzeugen oder Zündlampen (oben S. 165), ſein Gasverdichtungs-Vermögen zum Theil durch Ueberſtäubung ſeiner Oberflächen ein, und eben ſo auch, wenn er lange in ſtauberfüllter Luft liegt (jede Zimmerluft, ja jede auch im Freien und ſelbſt über dem Meere geſchöpfte atmoſph. Luft iſt ſtaubhaltig: meine Meteorologie I. S. 11 u. 546), und wiewohl auch andere phyſiſch und chemiſche Einwirkungen (z. B. Ammongas und Ammonſalze, die in Stubenluft, zumal in jener der Schlafzimmer, nie fehlen) der Wirkſamkeit des Platinſchwammes Nachtheil bringen

können, ſo ſind es doch ſehr wahrſcheinlich auch hier nur oberflächliche Ueberdeckungen, welche den Hauptnachtheil anrichten. Dr. F. Mohrs Verſuchen zufolge wird übrigens die nachtheilige Wirkung des Staubes der Luft für den Platinſchwamm noch vermehrt durch Beſpritzung deſſelben mit jenen kleinſten Theilchen ſchwefelſauren Zinkoxyds, welche beim Auflöſen des Zinks in mäßig gewäſſerter Schwefelſäure emporſpritzend das Hydrogengas begleiten, und die an den Schwammflächen eingetrocknet und dann ſammt dem Schwamme zum Erglühen gebracht, ſelbſt zur Bildung von harten, nicht mehr gasverdichtenden Zinkplatin führen können. M. zufolge hebt man dieſen Uebelſtand dadurch wieder auf, daß man den unbrauchbar gewordenen Platinſchwamm mit reiner concentrirter Schwefelſäure ¼ Stunde hindurch, bis zum Dampfen erhizt, hierauf erkalten läßt, die Säure abgießt, ſtatt derſelben deſtillirtes Waſſer auf die Schwämme bringt, ſie damit ebenfalls ſieden läßt und dieſe leztere Verrichtung: das Abgießen und Erneuern, ſo wie Siedenlaſſen des deſtillirten Waſſers vier bis fünf Mal wiederholt, bis die Schwämme, auf Lakmuspapier gelegt, dieſes nicht mehr röthen. Getrocknet haben ſie dann ihre urſprüngliche Zündkraft im vollen Maße wieder erlangt; Ann. d. Pharm. XVIII. 56. Daß Platinſchwamm durch Behandlung mit waſſerhaltiger Säure (beſonders Azotſäure) an Wirkſamkeit gewinne, lehrten bereits, bald nach Döbereiner's Entdeckung, Dülong und Thenard (m. Arch. f. d. ges. Naturl. I. 83). Daß übrigens nicht lediglich die Säuberung der Platinoberfläche mittelſt Säuren an der Wiederherſtellung ihrer Wirkſamkeit Theil habe, lehrten ſchon die gleich anfänglich von verſchiedenen Chemikern über dieſen Gegenſtand angeſtellten Verſuche; a. a. O. 74 ff. und 86 ff. Faraday ſah am Platinblech das Vermögen, Knallgas zu verdichten, ſchon dadurch ſchwinden, daß er das Blech mit Leinwand abrieb (und ſo Leinwandſtaub auf der Fläche zur Anhaftung brachte). — Zum Schießpulver gibt man den Hanfſtengel-, Weinrebe-, Kichernſtengel-, Fichten- und Faulbeerbaum-Holzkohlen den Vorzug; Reißhalmkohle ſcheint noch günſtiger zu wirken, und jene, welcher ausgeglüheter Ruß gewährt (ſ. o. S. 457), freilich die theuerſte, am wirkſamſten zu ſein. In neueren Zeiten wählt man in Frankreich eine oder die andere der erſtgenannten Kohlen zu nachbenannten Schießpulverſorten in denen darunter angegebenen Gewichtsverhältniſſen: Pulver für

	Kanonen.	Jagdflinten.	Felſenſprengung.	gewöhnliches Handelspulver.
Salpeter	75	78	65	62
Schwefel	12,5	10	20	20
Kohle	12,5	12	15	18

Das Kanonen- oder Kriegspulver gewährt beim Entzünden nur: Kohlenſäure- und Azot- oder Stickgas, nebſt Schwefelkalium; das Jagdpulver, außerdem noch Kalicarbonat, das Sprengpulver: neben Kohlenſäure-, Kohlenoxyd- und Stickgas auch Kalium-Biſulphurid oder Doppeltſchwefelkalium. Behufs der Verbindung der Pulverbeſtandtheile zu fertigem Schießpulver, verwandelt man zuvor jeden dieſer Beſtandtheile in den feinſten Staub, bildet dieſen mit Waſſer zum Teige an, bearbeitet den Teig mit einer Stampfmaſchine um eine möglichſt gleichförmige Vertheilung hervorzubringen, körnt die alſo hergeſtellte durchaus gleichförmige Maſſe, indem man ſie durch Pergamentſiebe treibt *) und trocknet die Körner an der Sonne oder dadurch, daß man warme Luft darüber hinwegſtrömen macht. Sollen die Körner geglättet werden, wie ſolches beim Jagdpulver geſchieht, ſo ſchüttet man ſie in einen Hohlcylinder, den man dann um ſeine Axe in Drehung verſezt. Für Gewehre, Piſtolen und dergleichen muß die Kohle nicht zu entzündlich ſein; weil ſonſt ein Theil des Pulvers zu ſchnell und noch eher verbrennt, als der übrige Theil zur Anzündung gelangt; dann unterliegt dieſer übrige Theil einer Art von Schmelzung, verwandelt ſich in eine dem Knallpulver ähnlich wirkende Maſſe, das Gewehr zertrümmert und die Kugel erhält nicht den gehörigen Stoß, ſondern verläßt den Lauf mit geringerer Schnelle, als es der Fall iſt, wenn das Pulver mäßig raſch oder gänzlich abbrennt, bevor die Kugel den Flintenlauf verläßt. Daher machen feine Körner Kanonen zerreißen, während zu grobe ſich in Flinten nur unvollkommen entzünden. Welchen Antheil überhaupt Größe der Körner, Lockerheit oder Poroſität der Körnertheile, und beſonders auch Beſchaffenheit des Gewehrlaufes, des Kanonenmetalls und innere Oberfläche der Kanone ꝛc. auf die Anzündung, Fort- und Ver-Brennung des Schießpulvers, und mithin auf deſſen Wirkſamkeit ausüben, darüber hat man in neueren Zeiten, auf dem Wege des Experiments (vergl. m. Grundz. d. Phyſ. u. Chem. I. 225) ſehr belehrende Erfahrungen geſammelt. Das gröbſte Korn hat das Sprengpulver, auch ſezt man demſelben noch Sägmehl zu, um den Zündungshergang noch mehr zu verlangſamen. In Berlin benuzte man vor etwa 17 Jahren (ob noch?) zur Darſtellung des Schießpulvers folgende Verhältniſſe: 74,545 Salpeter; 12,272 Schwefel und 13,182 Faulbaumholzkohle. Nach Watſon iſt das Beſtandtheilverhältniß im engliſchen Schießpulver 76 Salpeter, 9 Schwefel und 15 Kohle. Das oben erwähnte ſog. Mehlpulver (meiſtens beim Körnen, durch das Scheideſieb als Staub abfallend) leiſtet, indem es die Theilchen näher anſchließend und damit

*) Mittelſt ähnlicher Vorrichtungen laſſen ſich auch die Maſſen zum Kartoffel-Sago, Mais-Sago ꝛc. körnen.

minder beweglich macht, auch einige der Gaſe der ſchon verbrannten Theile verſchluckt, oder doch verdichtet, und ſo, durch dieſelben, die Weiterzündung verlangſamt, bei den *Schwärmern* (beſonders, wenn es hier im Verhältniß von 8 zu 1 Harz, 7 Schwefel, 36 Salpeter zugegen iſt), *Brandröhren* (7 Mehlpulver gegen 3 Schwefel und 5 Salpeter), *Brandkugeln* (6 Salpeter auf 4 Schwefel, 20 Schießpulver, 10 Pech, 1 Talg und 1 Hanf, oder, ſtatt 20 nur 18 Schießpulver und 2 Mehlpulver), *Feuerkugeln*, wo es eigentlich die ganze Maſſe bildet, nämlich wenn man dieſelben z. B. aus 416 Salpeter, 96 Schwefel, 17 Harz, 14 Sägmehl und 18 Kohlenſtaub zuſammengeſezt, *Leuchtkugeln*, ſo fern zu dieſen z. B. auf 4 Th. Salpeter, 1 Mehlpulver nebſt 1 Schwefel, 1 Harz, 1 Schießpulver und 1½ Sägmehl genommen wird, und beim *Schmelzzeuge* (aus 4 Mehlpulver, 3 Schwefel und 2 Salpeter) ähnliche Dienſte, während es mit ſeiner Aſche (die jedenfalls *Kaliſulphatſtaub* enthält) die Oberflächen der übrigen Maſſe beſtäuben hilft. Auch bei manchen *Farbfeuern* wirken gewiſſe Zuſätze nicht nur flammefärbend, ſondern auch durch Beſtäubung die Verbrennung verlangſamend; ſo z. B. *Zaffer*, d. i. durch die Oxyde des Wismuth, Kupfer, Mangan, Nickel und Eiſen verunreintes, im Großen durch Röſten des Speiskobalts und Kobaltglanzes gewonnenes Kobaltoxyd, das im Handel auch den Namen Zaffra (fälſchlich, auch wohl *Safflor*) führt, und von Einigen zur Erzeugung von *Purpurfeuern*, im Verhältniß von 2 zu 1 dem Wismuth (oder der Arſenichtſäure im Verhältniß von 1/4 bis 1/188 gegen 1 Salpeter), ſo wie zur Bildung des *Blaufeuers* zugeſezt zu werden pflegt*), das aber, da ihm in der Regel, um es als Handelswaare herzuſtellen, mehr oder weniger zart gepulverter Kieſelſand beigegeben worden, nicht nur als Kobaltoxyd, ſondern auch zugleich beim Verbrennen des Feuerſatzes als Kieſelſtaub zugegen iſt, und als ſolcher theils in dem Zuſtande, in dem er dem Kobaltoxyde beigegeben worden, theils mehr oder weniger unvollkommen verglaſet, beſtäubend wirkt **). — — Ueber die

---

*) Das aber nicht viel beſſer flammebläuend wirkt, als ein Gemenge von 1 Theil bis zur Weiße calcinirten blauen Vitriols, 1½ Salmiak und 1 weißes Pech, das jedoch erſt beigemengt wird, wenn die Maſſe durch 24 ſtündiges Stehen an der Luft etwas feucht geworden. Man zerläßt das Pech über Kohlfeuer und rührt die Vitriol-Salmiakmaſſe darunter. Beim Gebrauche wirſt man von dem Gemenge mehr oder weniger in das zu färbende Feuer.

**) Die ſog. *Zaffra* oder der *Zaffer* wird im Großen gewonnen aus denen, zuvor vom ſog. *tauben* (d. i. erzmetallleeren) Geſtein möglichſt befreieten und zerkleinerten (*trocken gepochten*) Kobalterzen, nachdem man, falls ſie *Wismuth* enthielten, dieſes zuvor durch *Saigern* (d. i. in verſchloſſenem Behälter abfließen machen mittelſt Schmelzung, wo dann die zurückbleibenden Kobalterze den Namen *Wismuthgraupen* erhalten) entfernt hatte. Dieſe Erze enthalten nun außer

erreicht, ie Gewalt des *Widerſtandes* der *Luft* jener der die Kugel zur Erde beſchleunigend ziehenden und treibenden Schwere (oben S. 9) genau gleich, und mithin für dieſe aufhebend oder zerſtörend geworden ſein (S. 36 Anm.). Größeren, und daher erſt ſpäter den beſchleunigenden Einfluß der Erdſchwere wältigenden Widerſtand würde die Kugel gefordert haben, wenn ſie bei genau gleicher Größe *mehr*, geringeren und daher früher (vor Erreichung der Fallgeſchwindigkeit von 280′) wältigenden, wenn ſie weniger als 3 Pfund gewogen hätte; wie denn z. B. einer der dreipfündigen eiſernen Kugel gleich großen *hölzernen* Kugel — da dieſe nur ungefähr $\frac{1}{8}$ ſo viel (alſo 0,375 oder $\frac{3}{8}$ Pfund) als die eiſerne wiegt, und mithin beiläufig eine nur 160 Fuß hohe Luftſäule als wältigende Druckhöhe heiſcht — eine Sekunden-Geſchwindigkeit von nur 100 Fuß verbleiben würde, und in der That bringt eine frei fallende hölzerne Kugel von $2\frac{2}{3}$ Zoll Durchmeſſer auch keinen größeren *Exponenten* des *Widerſtandes* (ſo nennt man die

---

Noch genauer aber dürfte dieſer Verſuch ausfallen, wenn man ſtatt des doppelarmigen Hebels, mit gleich langen Armen, eines *ungleicharmigen* ſich bediente, deſſen *längerer Arm* entweder als *Zeiger* an einer halbkreisförmigen Gradleiter die Größe des Gegengewichtes nachwieſe, oder hiezu, nach Art der *Schnellwagen*, mit einem Laufgewichte verſehen wäre. Man könnte endlich auch ſtatt der Platte die ſenkrechte Stange des *erſten* Armes in einen durchaus glatten Metall-, oder Glas-, oder Elfenbein-Cylinder auslaufen laſſen, der ſenkrecht in den kürzeren Schenkel einer zweimal rechtwinklig gebogenen Glasröhre paßte und in denſelben, wenn der Hebel im Gleichgewichte, bis zu einer beſtimmten Tiefe tauchte. Ein lackirtes Holzplättchen von bekanntem Gewichte, das ihm, innerhalb des kürzeren Schenkels zur Unterlage diente, würde dann zunächſt den Stoß des aus dem längeren in den kürzeren Schenkel ſtürzenden Waſſers (Merkur ꝛc.) empfangen, und ihn zu dem Hebelcylinder fortpflanzen, ohne daß dieſer mit dem Waſſer ꝛc. zur Berührung käme. — Daß man ſolche Vorrichtung auch ſehr wohl würde benützen können, um die *Eigendichte* und damit das *Eigengewicht* (oben S. 42 ff.) verſchiedener Flüſſigkeit *wägend* zu beſtimmen, und eben ſo, um den Wechſel des Luftdruckes an dem nach oben gerichteten Druck (oder vielmehr Stoß) des in dem kürzeren Schenkel eines Heber-*Barometers* (oben S. 33 ff.) befindlichen Merkur wägend zu meſſen, leuchtet ein. — Will man übrigens zu obigem Verſuche die erſtere Art der beſchriebenen Hebelvorrichtungen anwenden, ſo wird man zum Faſſen und Ausfließenmachen des Waſſers (Weingeiſtes, Merkur ꝛc.) entweder eine rechtwinklig gebogene, aus einem langen, auswärts gerichteten, geraden, und einem kurzen, wagrecht gerichteten Schenkel beſtehende Glasröhre, oder zweckmäßiger, einen ſenkrechten, vierſeitigen, oben offenen, am unteren Ende verſchloſſenen Hohlbehälter (z. B. einen *parallelepipedalen*, d. i. einen von 6 Parrallelogrammen eingeſchloſſenen, an dem je zwei der gegenüber befindlichen Parallelogramme *gleich* und *gleichlaufend* oder gleich gerichtet ſind; oben S. 118 ff. Anm.) anzuwenden haben; im lezteren Falle müßte man jedoch an der einen Seite, unfern des Bodens ſolchen Hohlbehälters, eine Oeffnung anbringen, um das Herausfließen des Waſſers ꝛc. und deſſen Stoß gegen die Platte möglich zu machen. Von welchen Wirkungsverhältniſſen es ſich nun aber bei dieſem *Stoße* und eben ſo beim *freien* Ausſtrömen der in dem Hohlbehälter *fallenden*, alſo der mit beſtimmbarer Geſchwindigkeit bewegten Flüſſigkeit handele, davon wird weiter unten die Rede ſein.

in Folge der Widerſtandleiſtung verbleibende Geſchwindigkeit) als den von 100 Fuß in der Sekunde zu Wege. Dieſer Exponent nimmt aber an Größe zu, wenn die Größe der (der kleineren ſtoffgleichen) Kugel wächſ't; d. h. es erlangt z. B. die größere eiſerne Kugel, frei fallend, eine größere Geſchwindigkeit, als die kleinere, bevor Widerſtand und Fallbeſtimmung (Schwere) gegen einander gleich ſtark wirken. Geſezt, ſtatt der dreipfündigen eiſernen Kanonenkugel werde eine vierundzwanzigpfündige dem freien Falle überlaſſen, ſo würde dieſe, während ſie ein achtmal ſo groſes Gewicht als die dreipfündige beſizt, einen zweimal ſo groſen Durchmeſſer und eine viermal ſo groſe größte Querſchnittfläche darbieten, als jene, und nicht eine Druckhöhe von 1320′, ſondern eine von 2640′ würde erfordert werden, um den Druck gegen die viermal ſo groſe Fläche (entſprechend der Maſſe) bis zum Achtfachen zu ſteigern, und nicht eine zu 280′, ſondern eine zu 2640′ Druckhöhe gehörende, nahe 400′ betragende Sekunden-Geſchwindigkeit, würde ſolcher vierundzwanzigpfündigen eiſernen Kugel als Widerſtands-Exponent verbleiben; und hätte die größere Kugel gar einen viermal ſo groſen Durchmeſſer als die dreipfündige, ſo würde einer ſolchen (achtmal ſo groſe größte Querſchnittfläche darbietende) Eiſenkugel eine zweimal 280′, d. i. 560′, und wäre ihr Durchmeſſer neunmal ſo groß, nach der Widerſtands-Entgegung des Mediums, eine dreimal 280 Fuß = 840 Fuß betragende, ihre Wirkſamkeit beſtimmende Sekunden-Geſchwindigkeit übrig bleiben. Hieraus begreift ſich nun leicht, weßhalb jede abgeſchoſſene Kugel, und überhaupt jeder geworfene Körper, mit der Geſchwindigkeit, die ihm nach der Entgegnung des Mediums wirklich noch zukommt, ſo ſehr zurückbleibt hinter jener, welche ihm der Rechnung nach hätte zu Theil werden müſſen, wenn ihm von Seiten des Mediums keine Widerſtand entgegengeſezt worden wäre. Robins zufolge — meine Experimentalphyſik I. 154 — erleidet eine unter 45° Neigung geworfene, 2000 Fuß Anhebe-Geſchwindigkeit beſizende, 5,2 Zoll Durchmeſſer darbietende eiſerne, mithin 23—24 Pfund ſchwere, und einen Widerſtands-Exponenten von 400 Fuß erhaltende, abgeſchoſſene Kanonenkugel, ſobald ſie bis zu 1500 Fuß vorgerückt iſt, bis dahin eine Geſchwindigkeits-Minderung, welche ihre Sekunden-Geſchwindigkeit nur noch zu 1200 Fuß berechnen läßt, und es würde dieſe Minderung noch weit beträchtlicher ausfallen, wenn der Luftwiderſtand ſelbſt nicht, mit der Wurfs-Verlangſamung, ebenmäßig geſchwächt erſchiene. Dieſe Minderung enthält nun auch hauptſächlich den Grund, warum die Kugel, auch abgeſehen von jenem, was die Erdſchwere an ihrer Wurfgewalt andauernd verzehrt (falls die Kugel nicht etwa in der Richtung der Schwere ſelbſt zur Erde geſchleudert wird, wo dann die Schwere nicht verlangſamend, ſondern nahe gleichmäßig „beſchleunigend“ auf die Kugel einwirkt; oben S. 268), nie jene

Stuttgart 1836. 8. Jene Raketen, welche in den geſchichtlich-älteſten Zeiten in Indien im Gebrauche waren (oben S. 456) ſcheinen unſeren jetzigen Brandraketen, erfunden in Oſtindien und weſentlich vervollkommnet von Congreve (und daher gemeinhin auch Congreve'ſche Raketen genannt) ähnlich geweſen zu ſein. Gegenwärtig fertigt man hauptſächlich zwei Arten: kleine, ungefähr 3 Fuß lange und 4 Zoll Querdurchmeſſer habende, und große, beiläufig von 6 Fuß Länge und 10 bis 12 Zoll Querdurchmeſſer. Beide beſtehen, ihrem Körper nach, aus einer Eiſenblechhülle, die den Feuerſatz einſchließt, durch deſſen Verbrennung die zum Rückdruck (oder vielmehr Rückſtoß) und dadurch zur beabſichtigten Raketenbewegung erforderlichen Gaſe erzeugt und entwickelt werden, und ihrem Kopfe nach aus einem Behälter, der entweder den ſog. Brenn- oder Zündſatz enthält, durch den man örtliche Anzündungen (z. B. im Segelwerk feindlicher Schiffe, an den Pulverwägen, an denen vom Feinde beſetzten Dorfwohnungen ꝛc.) zu Wege bringen will, oder eine Geſchützkugel, kleine Bombe und dergl. Der „Feuerſatz" bewirkt, erfahrungsgemäß, die größte Wurfweite, wenn er möglichſt gleichförmig langſam verbrennt, oder, wie die Feuerwerker ſprechen, faul iſt. Man erreicht dieſes unter andern dadurch, daß man dem Feuerſatze Sägmehl beimengt, das zuvor getrocknet und im fetten Oel geſotten, und ſo nicht nur durchaus trocken, ſondern auch mehr brennbar gemacht worden iſt. Der „Brennſatz" iſt hauptſächlich durch Beimengung ſehr leicht entzündlicher Materien von dem Feuerſatze verſchieden, und ſoll zu dieſem Zwecke auch phosphorhaltige Verbindungen, ſo wie kleine Mengen von Kalichlorat beigegeben enthalten. Gewöhnlich iſt der ſolchen Brennſatz einſchließende Kopf mit einem 6 bis 12 Zoll langen, ſpitzen eiſernen Stachel verſehen, um in das Holzwerk der Dächer ꝛc. feſt eingetrieben zu werden und hängen zu bleiben, nachdem das Loth (leichtflüſſiges Metallgemiſch) geſchmolzen, der den Kopf mit dem Körper verbindet und dieſer ſo von erſterem ſich abgelöſet hat, wo dann der Kopf mit ſeinem Stachel abwärts gekehrt fällt und fallend in das Holzwerk eintreibt. Um übrigens zu bewirken, daß der Schwerpunkt der Rakete (oben S. 46 Anm.) ſtets unterhalb des Widerſtandpunktes (der Punkt, in welchem alle Widerſtandswirkungen gleiche Größe haben) der bewegenden Kraft falle und ſich erhalte, und ſo das Steigen der Rakete zur Folge habe, iſt jede der Congreve'ſchen Raketen mit einer verhältlich langen, leichten Stange verſehen, die mithin hier leiſtet, was bei der

---

Königsblau heißt, in den Handel kommen, und als Malerfarbe, auch wohl als Maſſe zu blauen Glaſuren, in Gebrauch genommen werden. Sie zum Bläuen der Wäſche zu verbrauchen, bringt Nachtheil, weil die Leibwäſche dadurch zerrieben wird.

licher Eile und 1410′ Endgeſchwindigkeit einen Weg von 1425 Fuß zurücklegen, und in allen drei Sekunden zuſammen 4365 Fuß, und alle 50 Sekunden hindurch zuſammengefaßt, bei einer Höhe von 50 mal 50 mal 15′ = 37,500 Fuß den lezten Reſt ihrer Geſchwindigkeit verloren haben. — Die Neigung des Geſchoßes von 45° gewährt, mathematiſch erweisbar, die größte Wurfweite; der Körper beſchreibt dann, mit ſeiner Wurfbahn, jene krumme Linie, welche in der Geometrie eine Parabel genannt wird. — Zieht man von dem höchſten Punkte dieſer Wurflinie, in Gedanken, eine horizontale gerade Linie bis zu jenem Punkte, den eine zweite auf dieſer erſten ſenkrechte, und daher mit ihr einen rechten Winkel machende Linie, die von dem tiefſten Endpunkte — alſo vom Anſteig- oder vom Aufſchlagpunkte des geworfenen Körpers — der Wurflinie an aufſteigt, und mißt man die Längen beider Linien, jene der horizontalen und dieſe der ſenkrechten, ſo findet ſich, daß dieſe Tiefe ſich verhält, wie jene Länge multiplicirt mit ſich ſelbſt, oder daß erſtere dem Quadrate des lezteren proportional iſt. Daſſelbe gilt aber auch von je zwei dergleichen Linien, deren erſtere man von irgend einem Punkte der krummen Linie aus, welcher es auch ſei, gegen die zweite, gegen ſie ſenkrechte, in der beſchriebenen Richtung gezogen hatte. Zieht man ferner von dem Anfangspunkt ſolcher Wurflinie eine gerade Linie, in ſchiefer Richtung über die Parabel hinausreichend, ſo weit hinauf, daß dieſe ſchiefe Linie jene nach Oben hinauf verlängerte, zweite oder Tiefenlinie erreicht (mit derſelben einen ſpitzen, nämlich einen halben rechten Winkel einſchließend), und hierauf beliebige ſenkrechte Linien von dieſer ſchiefen zu der erſten horizontalen Linie, ſo wird der, in der ſchiefen Linie gegebene Anfangspunkt einer ſolchen ſenkrechten Linie, von der ſchiefen einen Theil abſchneiden, der, bis zum Anfangspunkt der Wurflinie verfolgt, eine Tangente darſtellt, die eben ſo hoch über dem Scheitel (über den Punkt, in welchem der Durchmeſſer oder die Axe der Wurflinie dieſe ſelber ſchneidet) in die Axe einſchneidet, als der Anfangspunkt unterhalb des Anfangspunktes der erſten Linie liegt; vergl. a. a. O. S. 152 und weiter unten. Die Nothwendigkeit jener Neigung von 45° wird übrigens auch daraus klar, daß, wenn man die Kugel faſt ſenkrecht aufwärts wirft, die Wurfweite, wegen zu großer Höhe der Wurflinie, äußerſt klein ausfällt, und daß, wenn man ſie nahe horizontal ſchleudern wollte, ſie ſehr bald die Horizontalebene berühren, und wenn wir dieſe in Gedanken verneinen, ſehr bald unter dieſelbe herabſinken würde; man muß daher, um möglichſt weit zu werfen oder zu ſchießen, zwiſchen beiden Aeußerſten die Mitte wählen, und mithin unter oben bemerkter Neigung, genannt der Elevationswinkel, die Kanone löſen. Ein eigentlicher Kernſchuß iſt, der ununterbrochen herabziehenden Wirkung der Schwere wegen, unmöglich, und nur bei mäßigen, die

gefüllt ſind, ſteht der Druck, den der Boden, und eben ſo auch, den die Seiten des Gefäßes dadurch erleiden, daß ſie die Flüſſigkeit tragen und am Auseinanderfließen hindern, im geraden Verhältniß der ſenkrechten Höhe der Flüſſigkeit, und iſt mithin dieſer Druck, weil die Flüſſigkeit nach jeder Seite hin dieſelbe Dichte beſizt und mithin auch nach jeder Seite hin gleichmäßig laſtet, in gleichen Abſtänden vom Boden, oder in gleichen Höhen, gegen je zwei entgegengeſezte Seiten der Seitenwände des Gefäßes, durchaus gleichmäßig, d. h. durchaus von gleicher Größe"), ſo wie aus dem des Gleichgewichts der Kräfte („gleich große Gewalten, die von gerade entgegengeſezter Richtung einander entgegenwirken, heben ſich — ihren Wirkungen nach — auf"). Oeffnet man nun aber in ſolch einer Flaſche an irgend einer Stelle (z. B. mittelſt Herausziehung eines Stöpſels, der die ſchon zuvor gegebene Oeffnung ſchloß) eine der Seiten, ſo daß alſo hier das von oben (von der offenen Flaſchenmündung) her unmittelbar dem Luftdrucke, und außerdem noch ſeinem eigenen, ſeiner ſenkrechten, von der Oeffnung an bis zur Mündung gegebenen Höhe, entſprechenden Drucke unterliegende Waſſer herausgetrieben wird, ſo verläßt die Flaſche ihre ſenkrechte Schwebe, indem ſie ſich nach der, der Ausflußſeite entgegengeſezten Seite hin bewegt, und zwar in Folge des nun einſeitigen, gegen dieſe entgegengeſezte Seite hin gerichteten Seitendrucks des Waſſers, d. i. gemäß deſſen Rückdrucks; der gegen das Gefäß gerichtete Seitendruck, der vor der Seitenöffnung, innerhalb derſelben wagrechten Ebene, nach allen Seiten hin gleich groß war, fällt nun, dort wo das Waſſer ausfließt, weg, und die der Oeffnung entgegengeſezte Wand der Flaſche, und dadurch die ganze Flaſche, wird nun durch Rückdruck nach der entgegengeſezten Seite hin getrieben. Derſelbe Verſuch beweiſet aber auch, wenn man ihn um ein Geringes abändert, nämlich wenn man die Flaſchenmündung vor Oeffnung der Seite verſchließt und fortan verſchloſſen ſein läßt, die große Gewalt des Luftgegendruckes, mithin des Luftwiderſtandes; denn es läuft nun zur Seitenöffnung kein Waſſer heraus, offenbar, weil die Außenluft hier die Stelle des aus der Seite herausgezogenen Stöpſels und damit das hier fehlende Stück Seitenwand der Flaſche vertritt. Denken wir uns nun, daß das Waſſer von einer anderen, in der Flaſche erſt neu entwickelten Gewalt, z. B. durch Waſſerdampf, oder daß dieſer ſelbſt ſtatt des Waſſers herausgetrieben werde, wie ſolches bei dem Segner'ſchen Kreiſel oder Dampfrad (ein ſenkrechter, unten auf einer abgeglätteten, dünnen, kegelförmigen Spitze ruhender und um dieſelbe, und damit um ſeine Axe beweglicher, blecherner, in dem oberen Ende, Behufs der theilweiſen Füllung mit Waſſer, öffnungsfähiger und wieder dampfdicht verſchließbarer Hohlcylinder, der oben, zunächſt unterhalb der oberen, in den

zu Wege zu bringen. Ein Gemenge von gleichen Maaßtheilen Sprengpulver und Sägmehl zeigte keine völlig befriedigende Wirkung, wohl aber war dieſes der Fall bei Anwendung von $^3/_5$ Maaß Sprengpulver gegen $^2/_5$ Sägmehl; denn nun würde das vorgegebene Geſtein rein herausgehoben, während es bei gleichem Maaße Pulver und Sägmehl nur durchgängig ausgelockert erſchien. Als man dieſe Verſuche mit Baſalt bei Oberwinter in der Art wiederholte, daß man 8 Zoll tiefe Löcher jedes mit 2 Loth eines innigen Gemenges von gleichen Maaßen Sprengpulver und Sägmehl beſezte, erfolgte ebenfalls vollkommene Zertheilung aller (18 bis 20zölligen) Baſaltſäulen. — Um unter Waſſer Felſen zu ſprengen, kennt man mehrere Verfahren; auffallend iſt es, daß man von dem Serullas'ſchen (oben S. 456) zur Zeit, wenigſtens in Deutſchland, keine Anwendung verſucht hat. Hinreichende Belehrung über jene Verfahren, namentlich über das von Cochius in der Alle angewandte, ſo wie über jenes, welches man beim Felsſprengen im Donauſtrudel befolgte, und das darauf beim Sprengen der Felſen im Rheine bei Bingen (in dem Strudel genannt das Bingerloch) durchgeführte, findet man in dem zu Leipzig erſcheinenden Polytechniſchen Centralblatte und daraus im Kunſt- und Gewerbeblatt des polytechniſchen Vereins für das Königreich Bayern. XXI. Jahrg. Heft 9. September 1835. S. 522 ff.

10) Vor nahe 20 Jahren verbeſſerte Champy die Bereitung des Schießpulvers dadurch merklich: a) daß er jeden zugehörigen Mengtheil (alſo Salpeter, Schwefel und Kohle) zuvörderſt geſondert auf's feinſte pulvern ließ mittelſt Zinn- oder Kupferkugeln, die in beſonders eingerichteten, innen der Länge nach mit Leiſten von ſehr hartem Holze, ſo wie mit mehreren Staub-Abzugs-Oeffnungen verſehenen Tonnen, ununterbrochen aufſteigend und wieder herabfallend bewegt wurden, und ſo die in kleinen Mengen nach einander eingetragenen Maſſen bis zu Staub zermalmten, der durch die Oeffnungen, mittelſt eines Ventilators, in die benachbarten Staubkammern geführt ward. (Auf einen ähnlichen Grundgedanken geſtüzt ſind die neueren engliſchen Pulverungs-Vorrichtungen, wie man ſie jezt auch ſchon in den Arbeitsſtätten vaterländiſcher Apotheker benutzen ſieht; ſie gewähren in ſo hohem Maaße ſeine Pulver, daß dieſe ihren Theilen nach für das Getaſt verſchwinden, indem ſie ſich wie durchaus weiche Gegenſtände anfühlen. Daß mit einer ſo weit getriebenen Feinpulverung dergleichen Materien möglichſt verflächt erſcheinen, und daher, weil ſie weit mehr Berührungspunkte, als die durch Stampfen und Reiben in Mörſern bereiteten Pulver, darbieten, dieſe auch an heilkräftiger Wirkſamkeit bedeutend übertreffen, iſt außer allem Zweifel); b) daß dieſer feinſten Pulverung eine ſehr innige Mengung dadurch folgte, daß man die im gehörigen Verhältniß abgewogenen ſtaubigen Mengtheile,

zuſammen im Betrage von 300 bis 350 Pfund, zugleich mit feinem Bleiſchrot, in einer Trommel etwa fünf Viertelſtunden lang in gleichförmige Bewegung ſezte; dann c) einen Theil des Gemenges mit Waſſer (auf 100 Pulvergemenge 14 Waſſer) dergeſtalt durchfeuchtete, daß die Maſſe durch ein rundlöcheriges Sieb gedrückt, in Körner überging, die in eine Trommel fielen, welche man dann eine halbe Stunde hindurch in Drehung verſezte. Durch dieſe Bewegung runden die Körner (von C. Kerne noyaux genannt) ſich ab, und iſt dieſes hinreichend erfolgt, ſo befreiet man ſie, mittelſt eines feinmaſchigen Siebes, von dem dabei abgefallenen Staube. d) Hat man nun in ſolcher Weiſe eine hinreichende Menge Körner bereitet, ſo ſchüttet man ſie neuerdings in eine Trommel, hinreichend groß, um nicht nur die Körner, ſondern auch noch einen deren eigenes Gewicht anderthalbmal übertreffenden Gewichtstheil Pulverſatz (ungekörntes Pulver) faſſen, und, während die Trommel in Bewegung geſezt wird, ſo viel — oder vielmehr: ſo wenig — Waſſer (zwei Procent) beigeben zu können, bis die Maſſe gerade gefeuchtet, aber durchaus nicht genäßt ſich zeigt; zu welchem Ende man das Waſſer darauf in Form eines feinſten Staubregens fallen läßt. Hiedurch ſetzen ſich nun um jeden Kern neue Schichten an, was gleichmäßige Verdichtung und mittelpunktlich zugewendete (concentriſche) ſchaalige Vergrößerung und damit vollkommene Rundung deſſelben zur Folge hat. Je länger man ſie dieſer Bearbeitung unterwirft, um ſo dichter, größer und runder werden die Pulverkörner, ſo daß man alſo dieſe Verhältniſſe willkührlich feſtzuſtellen ſich in den Stand geſezt ſieht. e) Das gekörnte Pulver wird hierauf, durch rundlöcherige Siebe, in drei, der Körnergröße nach, verſchiedene Schießpulverſorten zertheilt, nämlich in größtkörniges oder „Kanonenpulver,“ in mittelkörniges: Jagd-, Büchſen- oder Flintenpulver (das in Tonnen-, die ſich wagrecht um ihre Axe langſam drehen und inwendig mit vier, von einem Tonnenboden zum andern reichenden Leiſten, oder viereckigen, etwa zwei Zoll dicken Stäben verſehen ſind, binnen 8—12 Stunden geglättet wird) und in feinſtkörniges oder ſtaubiges Pulver, von denen das leztere dazu beſtimmt iſt, bei Erneuung des beſchriebenen Verfahrens, wieder als Kerne zu dienen. Das in ſeiner Fertigung ſo weit gelangte Schießpulver wird nun an der Luft, oder, nach Mayer Gerhardſon (neue ſchwediſche Abhandl. 1782, II.) in einer durch Waſſerdampf-leitende Röhren oder Hohlböden erhizten Kammer getrocknet. — Gewöhnlich ſtampft man zur Pulverfabrikation zuerſt die Kohle, ſezt hierauf den zerſtaubten Salpeter (den man am beſten zuvor in den von Adhäſionswaſſer befreieten Zuſtand, durch Schmelzung, geſezt hatte) und zulezt den zerſtiebten Schwefel zu, oder man vermengt Schwefel und Kohle, bevor man

die Zu- und Abnahme der Ofenwärme durch ihre Axendrehung (z. B. Drehung um eine ſenkrecht geſtellte ſtählerne Stricknadel), durch deren Beſchleunigung und Verlangſamung, nachweiſen, und ſo eines der wohlfeilſten Thermometer darzubieten vermögen, weil man die Drehungsſchnelle ſehen, und mithin innerhalb beſtimmter Zeit zählen und meſſen kann; a. a. O., S. 558. Es dürfte nicht zu den Unmöglichkeiten gehören: durch dieſes höchſt einfache Mittel ſelbſt anſehnliche Maſchinen in Bewegung zu ſetzen, die dann, in Abſicht auf Gefahrloſigkeit, dem Dampfrade und der Avery'ſchen Dampfmaſchine noch vorzuziehen wären. Aber noch weniger koſtſpielig und zugleich durchaus gefahrlos dürften Hebelkräfte entwickelt und Maſchinen in Bewegung geſezt werden können: lediglich durch Reibungs-Elektricität, oder ſtatt derſelben vielleicht noch leichter durch magnetiſch-erzeugte (durch Magnete, den Geſetzen des Magneto-Magnetismus gemäß hervorgerufene) Elektricität? Das elektriſche Flugrad (m. Experimentalphyſik I. 470—477) redet dieſer Vermuthung das Wort. Gelänge es in ſolcher Weiſe dieſe kleine Vorrichtung beim Worte zu halten, ſo würde dadurch auf's Neue geſchehen, was bisher ſo häufig der Fall war, daß, ſeit die Phyſiker nicht mehr mit der Natur ſpielen, ſondern ſie ſtets vollen Ernſtes in's Auge faſſen, auch die Spielereien in der (älteren) Experimentalphyſik mehr und mehr verſchwinden, indem ſie in ernſtliche Anwendungen der ihnen zum Grunde liegenden Naturgeſetze verkehrt werden!

6) Daß der Rückdruck entfahrenden Dampfes im Leidenfroſt'ſchen Verſuche die Drehung der Waſſer-, Weingeiſt-, Aether-Kugeln und Kügelchen zu Wege bringt, die durch „Aufhebung ihrer Adhäſion zur tragenden Unterlage mittelſt Wärme" frei-beweglich geworden (oben S. 115 Anm. vergl. mit S. 120), das iſt bereits oben S. 274 bemerkt worden. Daß die Drehung der Kampfer-Stückchen, die man auf Waſſer gelegt hatte, und mehrere ähnliche Erſcheinungen denſelben Hauptgrund haben, unterliegt wohl keinem Zweifel, und ebenſo: daß alle ſogenannte „Abſtoßungen durch Wärme"*) auch hieher gehören.

7) Zu der oben S. 274 ff. erwähnten Hypotheſe über den Grund der Drehung der Erde um ihre Axe könnte man vielleicht, da die Erde nach ihrer Weſt- und Oſtſeite hin überall einen doppelarmigen Hebel, mit unter dem Aequator gegen 859,5 geogr. Meilen langen Hebelarmen, darſtellt, und mithin äußerſt leicht um ihre Axe drehbar ſein muß, ſich verſucht fühlen, die weitere Hypotheſe aufzuſtellen: daß die Erde ſich um ihre Axe drehe: weil die von ihr, durch Tages-Anwärmung ꝛc. aufſchnellenden Luft- und

*) Vergl. oben S. 274.

Dampfſäulen (ſo wie die ſeitwärts nachſtürzenden, der erſteren Stelle einnehmenden kälteren) ſie ſchief zurückſtoßen. Man vergißt dann aber zu bedenken, daß dieſer Rückſtoß, vermöge der ungleichen Waſſerverbreitung auf der Erde, der Richtung ihrer Gebirgszüge ꝛc. nie gleichmäßig erfolgen würde, und daß die Erde, da während der einen Jahreshälfte die Nord-, während der andern die Südhälfte der Erde die mehr erwärmte iſt, einmal im Jahr eine größere Neigung der Erdaxe gegen ihre Bahn zu Gunſten der Südhälfte, das andere Mal zum Vortheil der Nordhälfte, und die Axe mithin fortdauernd in einer dergleichen entgegengeſezten periodiſchen Halbjahrſchwankung befangen ſein mußte, was aber, dem Zeugniß der Geſtirne zufolge, durchaus nicht der Fall iſt; denn das wirkliche Schwanken der Erdaxe, das ſeinen Grund in der veränderlichen Anziehung der übrigen Weltkörper unſeres Sonnenſyſtems hat (oben S. 268 ff., Anm.): entſprechend den Abweichungen ihrer Entfernungen von der Erde (oben S. 298, S. 179 und S. 249, Anm.) wechſelt nicht nur nicht halbjährig in den Endrichtungen, in denen es die Erdaxe trifft, ſondern ſchreitet überhaupt höchſt allmählig fort und nimmt eben ſo allmählig wieder ab, und erſt nach Ablauf von 9200 Jahren (oben S. 249 Anm., und S. 284) iſt die Erde einmal in der Ordnung und Folge aller dieſer nacheinander eintretenden, in derſelben Richtung wirkenden verſchiedenen Neigungen ihrer Axe gegen ihre Bahn (oben S. 242 und 249) herumgekommen. Auch würde eine dergleichen „Axendrehung durch Rückſtoß aufſchnellender Lüfte und Dämpfe" nicht füglich bei der Sonne als Urſache der Axendrehung gelten können, weil dieſe ringsum, durch wärmende Einwirkung ihrer eigenen Photoſphäre, gleichzeitig ſolchen Rückſtößen von Seiten aufſchnellender Gaſe fortdauernd unterliegt, und mithin, da die Stöße in von „einander gerade entgegengeſezten Richtungen wirken," ſich gar nicht um die eigene Axe bewegen könnte, ſondern ruhen müßte. Auch würde hiernach unerklärt bleiben, warum die Trabanten (Monde) der oberen Planeten (des Jupiter, Saturn und Uranus) nicht Axendrehung, ſondern, wie unſer Mond, nur Umlaufs-Bewegung (um den Hauptplaneten) beſitzen, da ihre Atmoſphären verhältnißmäßig ſehr wahrſcheinlich dichter, wie jene ihrer Hauptplaneten ſind; wiewohl man anderer Seits entgegnen dürfte: gerade die oberen Planeten ſprechen für unſere Vermuthung; denn ſie haben, erwieſener Maaßen, verhältlich weit dichtere Atmoſphären, als die unteren Planeten (Mars, Erde, Venus und Merkur), während ihre Kerne (d. h. die eigentlichen feſten Körper ſelbſt) in Abſicht auf Dichte hinter jeden der unteren Planeten weit zurückſtehen, werden demnach auch, ſo weit ſie Atmoſphäre ſind, verhältlich weit mehr erwärmt, und erhalten daher auch weit ſtärkere Rückſtöße durch, mittelſt Erwärmung aufſchnellende Lüfte und Dämpfe, als

dieſe; man weiß aber, daß ſie ſich ſämmtlich auch weit ſchneller um ihre Axe drehen, als der ſchnellſt umſchwingende der unteren Planeten. Auch ließe ſich auf den erſteren der obigen Einwürfe gegen jene Hypotheſe, daß jene Unregelmäßigkeiten im Rückſtoße, welche durch Ungleichheiten der Witterung, z. B. während ganzer Jahre (z. B. 1816 im Gegenſatz von 1811, 1833 in dem von 1825 u. ſ. w.) nicht etwa blos in Europa, ſondern auch in Aſien und Amerika eintraten (und denen ſelbſt ähnliche Ungewöhnlichkeiten auf dem Planeten Mars gleichzeitig zu verlaufen ſchienen), nothwendig merklichen Einfluß gehabt haben müßten auf die Axendrehungs-Geſchwindigkeit der Erde, was doch erwieſener Maaßen nicht ſtattfand, erwidern: daß dergleichen Unregelmäßigkeiten immer noch viel zu klein geweſen ſeien, um die einmal gewonnene, und, gemäß der Trägheit, bleibend gewordene Drehungs-Geſchwindigkeit irgend merklich abändern zu können. Den weitern Entwurf betreffend, daß, da der Rückſtoß hauptſächlich gegen das Waſſer gerichtet ſei (weil der größere Theil der Erdoberfläche mit Waſſer bedeckt iſt) hieraus keine Drehwirkung für die Erde ſelbſt entſpringen könne; indem einſeitige, gegen das Meer gerichtete Stöße nur, ſo lange ſie ſich wiederholen, Vermehrung des Druckes der Waſſerſäulen, aber keineswegs Drehung oder Drehungs-Vergrößerung des feſten Theiles der Erde ſelbſt zu bewirken vermöge; da dergleichen Druckveränderungen im Meerwaſſer nur die Bildung eines öſtlichen, von S gegen N gedehnten, der südnördlichen Oceanlänge entſprechenden Wellenthales und damit nothwendig auch einen gleichzeitig hervortretenden weſtlichen, ebenfalls in der Richtung von S gegen N geſtreckten Wellenberges (oben S. 419—423) alſo eine täglich ſich erneuende, von O nach W, und wieder von W nach O fortrückende Ebbe und Fluth (oben S. 262), keineswegs aber eine einſeitig vergrößerte, mit Sonnen-Aufgang in Oſten beginnende Belaſtung der Erde ſelbſt zur Folge haben könne, ſo iſt dieſer Entwurf gewiſſermaßen ſchon durch das erwähnte Experiment: mit der freiſchwebenden, einſeitig geöffneten Flaſche entkräftet; denn was die Flaſche, beim Herausziehen des Seitenſtöpſels, zu einer der Ausfließungs-Richtung entgegengeſezten Seite hinneigen macht, iſt auch weiter nichts als Druck, und würde die öſtliche Oceanſeite die Beleuchtungszeit hindurch wirklich einem einſeitigen Rückdrucke unterworfen, ſo würde auch die drehbare Erde an den Folgen dieſes Druckes Theil nehmen müſſen, wenn ſich etwa nicht dergleichen Rückdrücke, ſo wie ſie entſtehen, auch durch entgegengeſezte Gewalten ähnlicher Art wieder ausgleichen. Dieſes thun ſie aber wirklich, wie ſich leicht ergibt, wenn man die wirklichen Stellungs-Verhältniſſe der in Axendrehung und Sonnen-Umlauf begriffenen Erde berückſichtigt; denn von jenem, was z. B. vom Sonnen-Aufgange an, mittelſt Verdampfungs-Vermehrung durch Sonnenlicht-Wärmung, unter unſern

geographiſchen Breiten an Verdampfungs- und Luftaufſchnellungs-Rückdruck zu Stande kommt, iſt bei unſeren Gegenfüßlern (Antipodes, oben S. 240 Anm.) und eben ſo auch bei unſeren Nebenwohnern (Perioece) nicht nur gar nicht die Rede, ſondern es treten dort vielmehr gleichzeitig gerade die entgegengeſezten Verdampfungs-Verhältniſſe ein, und ſelbſt bei den Gegenwohnern (Antoeci) ſind dieſe Verhältniſſe denen gleichzeitig bei uns waltenden entgegenſtehend, obgleich ſie mit uns einerlei Tageszeiten haben; denn ihre Jahreszeiten ſind die den unſeren entgegengeſezten. Außerdem treibt der Erdumſchwung ſelbſt, da die Erddrehung von W nach O ſtatt hat, den durch Rückſtoß zu erzeugenden Wellenberg, kraft der Schwunggewalt, ſofort oſtwärts und ſomit zum Wellenthale hin *).

8) Aus der Stärke jenes Rückſtoßes, welchen eine Kanone erleidet: in dem Augenblicke, da ihre Kugel abgefeuert wird, läßt ſich die anfängliche Geſchwindigkeit der Kugel berechnen; denn wiegt z. B. die ganze Kanone (ſammt dem mit ihr verbundenen Zubehör) 100 mal ſo viel, als die aus ihr abgeſchoſſene Kugel, ſo wird die anfängliche Geſchwindigkeit der lezteren 100 mal ſo groß ſein, als die (durch Rückſtoß-, Bahnlänge- und Zeitverbrauch meßbare) der Rückbewegung der Kanonen. Die abgeſchoſſene Kugel erleidet übrigens, vom erſten Augenblicke an, Minderung ihrer Geſchwindigkeit durch den Widerſtand der Luft, gemäß dem S. 31 und 36—42 ff. und 466 erläuterten Geſetze, dem zufolge dieſer Widerſtand genau gleich iſt: dem Gewichte (der ſchweren Maſſe) der Kugel. Denn geſezt, die eiſerne Kugel wiege 3 Pfund, da

*) Vergl. oben S. 233—240 ff. Anm., und S. 300 ff. — Geſezt, es würde ein feſter Körper von einem Weltkörper zu Höhen aus- und emporgeworfen, welche ihn außerhalb des Bereiches der Schwere des Weltkörpers in das eines benachbarten brächte, er erleide aber, beim Auswerfen, von einer Seite her, eine ihn rückbiegende Anziehung, ſo würde ihn treffen, was jenem Spielballe begegnete (oben S. 300): er würde ſich fortdauernd um ſeine Axe drehen und zugleich ſich fortſchreitend bewegen (weil mit Axendrehung frei beweglicher Körper Fortſchreitung nothwendig verbunden iſt; a. a. O.). Allein eine dergleichen Wurf- und Zugbewegung kann den Grund der Axendrehung der dieſe Drehung darbietenden Weltkörper unſeres Sonnenſyſtems nicht wohl enthalten, da die Sonne ſelbſt ſich um ihre Axe dreht (dem neuerlichſt zwar von Einigen, welche es zu lieben ſcheinen, Auffallendes zu behaupten, jedoch ohne erweislichen Grund widerſprochen worden iſt) -- und ſchon darum im Weltraume fortſchreitet (a. a. O.), und weil, falls man annehmen wollte, daß ſie, und mit ihr alle Sonnen, dieſe ihre Drehbewegungen auch nur in Folge von Auswurf- und Zuggewalt ihres Urſprungortes erlangt habe, zulezt doch ein Weltkörper übrig bleiben müßte, der nicht in dieſer Weiſe, ſondern unmittelbar durch des Schöpfers Willen, und damit durch deſſen unmittelbare Machtvollkommenheit, in jene Drehung verſezt worden. — Uebrigens iſt es nicht unwahrſcheinlich, daß die meteoriſchen Feuerkugeln (oben S. 121) hauptſächlich durch Rückdruck getrieben werden, ſo fern ſich in der aufblähenden Maſſe Gaſe entwickeln und an einer Seite mit hinreichender Gewalt hervorbrechen.

Vermögen die atmoſphäriſche Luft zu verdichten (oben S. 458), verſtärkt und dadurch hinſichtlich ihrer Selbſtentzündbarkeit beſchleunigt werden; c) daß unbedecktes, gegen Lufteindringen nicht geſchüztes Kohlenpulver ſich mehr erwärmt, und, falls es möglichſt fein zerſtiebt und in großer Menge angehäuft worden, ſich leichter entzündet, als bedecktes und gegen Lufteindringen geſchüztes; d) daß der größere oder geringere Gehalt der Luft an Waſſergas (Luftfeuchte) auf das Selbſtentzündungsvermögen keinen bemerkenswerthen Einfluß übt; e) daß hingegen Lagerungs-Verhältniſſe und Artung der Kohle darauf ſtets in ſo fern einigen Einfluß haben, als nicht nur Zuſammenpreſſung der von den Kohlentheilchen angezogenen und verhältlich der Anziehungsſtärke unverſchiebbar gemachten Luft (meines Erachtens, neben der Luftverdichtungswärme die Hauptveranlaſſung der Selbſtentzündung nicht nur des Kohlenpulvers, ſondern auch der mit Fett getränkten Garne, Werg, des feucht eingeführten Heues ꝛc.), ſondern auch die größere Brennbarkeit der einen oder anderen Kohlenart, und Rüttelung oder andauernde Erſchütterung des in Maſſe aufgehäuften Kohlenſtaubes (z. B. durch Fortſchaffung mittelſt Wägen auf ſchlechten Wegen), vielleicht in Folge hiedurch erzeugter Reibungs-Elektricität und fortgeſezter Zuſammenpreſſung der unbeweglich gemachten Lufthüllchen jedes Kohlenſtäubchens, die Selbſtentzündung merklich beſchleunigen, und endlich f) daß auch die Dauer der Zwiſchenzeit, welche zwiſchen Fertigung und Aufhäufung des Kohlenpulvers verſtreicht, in ſo fern hiezu beiträgt, als friſch bereitetes Kohlenpulver, wenn es zu ſchnell in großen Maſſen aufgehäuft wird, ſich eher entzündet, als längſt bereitetes — wahrſcheinlich: weil es im lezteren Falle mit etwas Kohlenſäure erfüllt iſt, die beim Zerſtieben und Verreiben ſich gebildet hatte, und die nun der Entzündung entgegen wirkt; vielleicht auch: weil es gänzlich abgekühlt iſt. Faulbaumholzkohle entzündete ſich, wenn ſie unmittelbar nach ihrer Bereitung und Zerſtiebung in einer Menge von 120 Pfund etwa zwei Fuß hoch aufgeſchüttet wurde. Andere Kohlen vermochten hingegen in dieſer Menge, aber nicht in Maſſen von 1000 bis 6000 Pfund, ohne Gefahr aufgeſchüttet zu werden, ſelbſt dann nicht, wenn ſie zehn bis zwölf Tage nach der Pulverung freier Luft ausgeſezt geweſen; vergl. Erdmann's Journ. f. prakt. Chem. B. IX. 101 ff.

12) Je vollſtändiger und je ſchneller die Entzündung des in Brand geſezten Schießpulvers ſich nach allen Richtungen hin (durch alle Körner hindurch) verbreitet, um ſo größer iſt die Stärke des Pulvers. Erſteres findet jedoch nie im erwünſchten Grade ſtatt, wie ſchon ein Schuß gegen eine Papierfläche darthut; denn dieſe zeigt dann, daß viele der Pulverkörner (ſammlungsfähig) hinausgeworfen wurden — ohne zur Entzündung gelangt zu ſein; lezteres

hängt nicht nur von der Reinheit und dem richtigen Mengenverhältniß der Mengtheile des Pulverſatzes, ſondern hauptſächlich auch von der gehörigen räumlichen Beſchaffenheit oder dem ſog. Aggregatzuſtande des fertigen Pulvers, d. i. von der zweckgemäßen Körnung deſſelben ab. Härte, Rundung und Glättung der Körner dürfen nicht zu weit getrieben, ſondern müſſen in beſtimmte Gränzen gehalten werden; denn zu harte und vollkommen geründete und geglättete Körner entzünden ſich weniger ſchnell und verbrennen langſamer, als wenig mürbe, etwas eckige, und, wenn auch nicht eine rauhe, doch eine matte Oberfläche darbietende, und man würde die Glättung zum Vortheil der Leichtentzündlichkeit ganz unterlaſſen können, wenn man dadurch nicht das Mittel erhielte, des Pulvers Luftfeuchteanziehung zu mäßigen, die, eingetreten, ſehr bald an der Entzündlichkeit mehr mindert, als größere Rauheit der Körneroberfläche zu befördern vermag. Je größer die Menge des Pulvers iſt, die auf einmal verbrannt werden ſoll, um ſo größer müſſen auch die Körner ſolchen Pulvers ſein; das richtige Verhältniß der Körnergröße zur Menge iſt dann erreicht, wenn ein Korn zur gänzlichen Verbrennung nicht mehr Zeit verbraucht, als die ganze Pulvermenge zur vollſtändigen Entzündung heiſcht. Aus dieſem Grunde muß das Stückpulver grobkörniger bereitet werden, als das Flintenpulver. Das feinſte Jagdpulver wird, zur Erhöhung der Dichte und Mengungs-Innigkeit, nach dem Körnen noch einmal gemahlen, in Paſten geformt, wieder gekörnt, geglättet ꝛc. Große Ungleichheit der Körnergröße iſt ebenfalls nachtheilig, und ein Pulver, deſſen Körner ſich der Größe nach um die Hälfte unterſcheiden, verdient nicht in den Gebrauch genommen zu werden. Uebrigens müſſen die Körner eines guten Schießpulvers ſchieferfarbig, d. i. blaugrauſchwarz und nicht blauſchwarz erſcheinen; denn in lezterem Falle iſt ihr Satz zu reich an Kohle, und haben ſie ein ganz ſchwarzes Anſehen, ſo ſind ſie feucht. Auch dürfen ſie nicht einzelne glänzende (von unzertheiltem oder wieder kryſtalliſirtem Salpeter herrührende) Stellen darbieten, beim Drücken in der Hand dagegen leiſe knirſchen, mit den Fingern in der flachen Hand gerieben, ſich nicht leicht zerdrücken, und zerdrückt in unfühlbar feinen Staub zerfallen, und mittelſt Befühlung keine einzelnen ſcharfen Theilchen in ſolchem Staub wahrnehmen laſſen; ſie müſſen ferner, über Papier oder über den Handrücken hinweg gerollt, nicht abfärben, weil ſie ſonſt entweder Mehlpulver oder Feuchtigkeit enthalten. Auf weißem Papier angezündet, muß ein kunſtgerecht gefertigtes Schießpulver ſchnell und ohne Rückſtand, unter ſenkrecht aufſteigender Dampf- (oder vielmehr Rauch-) Säulen-Entwickelung und ohne ſchwarze (auf zu viele oder auch auf unzertheilte oder ſchlechte Kohle hinweiſende) Flecke zu hinterlaſſen, abbrennen. Bietet das Papier, nach dem Abbrennen, gelbe Streifen dar, ſo enthielt es zuweilen (oder

in Folge der Widerſtandleiſtung verbleibende Geſchwindigkeit) als den von 100 Fuß in der Sekunde zu Wege. Dieſer Exponent nimmt aber an Größe zu, wenn die Größe der (der kleineren ſtoffgleichen) Kugel wächſ't; d. h. es erlangt z. B. die größere eiſerne Kugel, frei fallend, eine größere Geſchwindigkeit, als die kleinere, bevor Widerſtand und Fallbeſtimmung (Schwere) gegen einander gleich ſtark wirken. Geſezt, ſtatt der dreipfündigen eiſernen Kanonenkugel werde eine vierundzwanzigpfündige dem freien Falle überlaſſen, ſo würde dieſe, während ſie ein achtmal ſo großes Gewicht als die dreipfündige beſizt, einen zweimal ſo großen Durchmeſſer und eine viermal ſo große größte Querſchnittfläche darbieten, als jene, und nicht eine Druckhöhe von 1320', ſondern eine von 2640' würde erfordert werden, um den Druck gegen die viermal ſo große Fläche (entſprechend der Maſſe) bis zum Achtfachen zu ſteigern, und nicht eine zu 280', ſondern eine zu 2640' Druckhöhe gehörende, nahe 400' betragende Sekunden-Geſchwindigkeit, würde ſolcher vierundzwanzigpfündigen eiſernen Kugel als Widerſtands-Exponent verbleiben; und hätte die größere Kugel gar einen viermal ſo großen Durchmeſſer als die dreipfündige, ſo würde einer ſolchen (achtmal ſo große größte Querſchnittfläche darbietende) Eiſenkugel eine zweimal 280', d. i. 560', und wäre ihr Durchmeſſer neunmal ſo groß, nach der Widerſtands-Entgegung des Mediums, eine dreimal 280 Fuß = 840 Fuß betragende, ihre Wirkſamkeit beſtimmende Sekunden-Geſchwindigkeit übrig bleiben. Hieraus begreift ſich nun leicht, weßhalb jede abgeſchoſſene Kugel, und überhaupt jeder geworfene Körper, mit der Geſchwindigkeit, die ihm nach der Entgegnung des Mediums wirklich noch zukommt, ſo ſehr zurückbleibt hinter jener, welche ihm der Rechnung nach hätte zu Theil werden müſſen, wenn ihm von Seiten des Mediums keine Widerſtand entgegengeſezt worden wäre. Robins zufolge — meine Experimentalphyſik I. 154 — erleidet eine unter 45° Neigung geworfene, 2000 Fuß Anhebe-Geſchwindigkeit beſizende, 5,2 Zoll Durchmeſſer darbietende eiſerne, mithin 23—24 Pfund ſchwere, und einen Widerſtands-Exponenten von 400 Fuß erhaltende, abgeſchoſſene Kanonenkugel, ſobald ſie bis zu 1500 Fuß vorgerückt iſt, bis dahin eine Geſchwindigkeits-Minderung, welche ihre Sekunden-Geſchwindigkeit nur noch zu 1200 Fuß berechnen läßt, und es würde dieſe Minderung noch weit beträchtlicher ausfallen, wenn der Luftwiderſtand ſelbſt nicht, mit der Wurfs-Verlangſamung, ebenmäßig geſchwächt erſchiene. Dieſe Minderung enthält nun auch hauptſächlich den Grund, warum die Kugel, auch abgeſehen von jenem, was die Erdſchwere an ihrer Wurfgewalt andauernd verzehrt (falls die Kugel nicht etwa in der Richtung der Schwere ſelbſt zur Erde geſchleudert wird, wo dann die Schwere nicht verlangſamend, ſondern nahe gleichmäßig „beſchleunigend" auf die Kugel einwirkt; oben S. 268), nie jene

ſehr große Wärmefaſſung, die mit der geſteigerten Temperatur noch beträchtlich wächſ't, was dann auch zur Erhöhung ihrer Spannung oder Elaſticitäts-Aeußerung merklich beiträgt. Die Menge des ſtarren Pulverrückſtandes oder ſog. Pulverſchleims, die verbleibt, wenn das Pulver in ganz geſchloſſenen Räumen verbrannt worden, richtet ſich nach dem Verhältniß der Beſtandtheile des Pulverſatzes, beträgt jedoch, im Mittel, bei guten Pulverſorten 0,5, in gewöhnlichen Feuergewehren hingegen, weil hier der größere Theil des Rückſtandes mit herausgeſchleudert wird, nur 0,10. Unmittelbar nach dem Abbrennen unterſucht, ſtellt derſelbe eine trockene (an der Luft ſchnell feuchtende) ſcharf ſchmeckende, mit ſchwarzen Punkten durchſezte Maſſe dar, die bei gewöhnlichem, jedoch nicht ſchlechtem Pulver ſich aus 0,10 Kohle, 0,05 bis 0,10 Kaliſulphat (ſchwefelſaurem Kali) 0,05 ſäurefreiem, und 0,05 kohlenſaurem Kali, nebſt 0,70 bis 0,75 Kalinthionür zuſammengeſezt zeigt. Kleine Mengen, in engen Röhren feſt geſtampften und daher langſam verbrennenden Pulvers, geben abbrennend 0,08 Schweflichtſäure-, 0,08 Azotoxyd-, 0,44 Kohlenſäure- und 0,40 Azotgas; bei größeren Mengen raſch verpuffenden Pulvers fehlt hingegen das Azotoxyd- oder ſog. Salpetergas gänzlich und das dabei entwickelte Geſammtgas iſt gewöhnlich ein phyſiſches Gemiſch von 0,09 Schweflichtſäure, 0,25 Carbonſäure, 0,25 Carbonoxyd und 0,41 Azot, aber ſchon Collin's und Taillefort's hierüber angeſtellte Verſuche ſezten den Unterſchied in der langſameren und ſchnellen Gasentwickelung, hervorgegangen durch plötzliches und mehr allmähliges Verbrennen des Schießpulvers außer Zweifel; denn nur, wenn das Pulver lebhaft verpuffte, gab es lediglich Azot- und Carbonſäuregas, im entgegengeſezten Falle hingegen außerdem auch Azotoxydgas (nämlich 42 Maßtheile A-, 43 CO_2- und 15 A_2O_2- oder ſog. Salpetergas; ſ. Ann. de Chim. et de Phys. XII. 387). Vergl. auch oben Zuſatz 5, S. 456 Anm. — Einhundert Wiener Gran (= 7291,823 Milligramme, deren 6211,6750 auf 100 Gran Nürnberger Medicinalgewicht gehen) des zuvor erwähnten Oeſtreichiſchen Musketenpulvers entwickelten, abgebrannt: 78 Wiener Würfelzoll (= 78 mal 18,27845 = 1425,71910 cubicirten Centimetre oder 14,2571910 Decilitre) Gas, das jedoch im Augenblicke der Entwickelung einen beträchtlich größeren Raum auszufüllen vermöchte, da es dann eine Temperatur hat, die mehr denn 1000° C. beträgt. Dieſes berückſichtigend rechnet man gewöhnlich auf ein Maaß Pulver 1500 Maaß Gas, eine Annahme, die jedoch um mehr als die Hälfte falſch ſein kann. — Ueber die Geſchichte der Erfindung des Schießpulvers und deſſen Gebrauch in ſehr frühen Zeiten, findet man, außer dem oben S. 456 ff. Erwähnten, noch Beachtungswerthes in Scherer's Journal der Chem. II. 109 und VI. 74. — Hat das Schießpulver nicht mehr als 0,05 ſeines Gewichtes an Luftfeuchte angezogen (es vermag davon

licher Eile und 1410′ Endgeſchwindigkeit einen Weg von 1425 Fuß zurücklegen, und in allen drei Sekunden zuſammen 4365 Fuß, und alle 50 Sekunden hindurch zuſammengefaßt, bei einer Höhe von 50 mal 50 mal 15′ = 37,500 Fuß den lezten Reſt ihrer Geſchwindigkeit verloren haben. — Die Neigung des Geſchoßes von 45° gewährt, mathematiſch erweisbar, die größte Wurfweite; der Körper beſchreibt dann, mit ſeiner Wurfbahn, jene krumme Linie, welche in der Geometrie eine Parabel genannt wird. — Zieht man von dem höchſten Punkte dieſer Wurflinie, in Gedanken, eine horizontale gerade Linie bis zu jenem Punkte, den eine zweite auf dieſer erſten ſenkrechte, und daher mit ihr einen rechten Winkel machende Linie, die von dem tiefſten Endpunkte — alſo vom Anſteig- oder vom Aufſchlagpunkte des geworfenen Körpers — der Wurflinie an aufſteigt, und mißt man die Längen beider Linien, jene der horizontalen und dieſe der ſenkrechten, ſo findet ſich, daß dieſe Tiefe ſich verhält, wie jene Länge multiplicirt mit ſich ſelbſt, oder daß erſtere dem Quadrate des lezteren proportional iſt. Daſſelbe gilt aber auch von je zwei dergleichen Linien, deren erſtere man von irgend einem Punkte der krummen Linie aus, welcher es auch ſei, gegen die zweite, gegen ſie ſenkrechte, in der beſchriebenen Richtung gezogen hatte. Zieht man ferner von dem Anfangspunkt ſolcher Wurflinie eine gerade Linie, in ſchiefer Richtung über die Parabel hinausreichend, ſo weit hinauf, daß dieſe ſchiefe Linie jene nach Oben hinauf verlängerte, zweite oder Tiefenlinie erreicht (mit derſelben einen ſpitzen, nämlich einen halben rechten Winkel einſchließend), und hierauf beliebige ſenkrechte Linien von dieſer ſchiefen zu der erſten horizontalen Linie, ſo wird der, in der ſchiefen Linie gegebene Anfangspunkt einer ſolchen ſenkrechten Linie, von der ſchiefen einen Theil abſchneiden, der, bis zum Anfangspunkt der Wurflinie verfolgt, eine Tangente darſtellt, die eben ſo hoch über dem Scheitel (über den Punkt, in welchem der Durchmeſſer oder die Axe der Wurflinie dieſe ſelber ſchneidet) in die Axe einſchneidet, als der Anfangspunkt unterhalb des Anfangspunktes der erſten Linie liegt; vergl. a. a. O. S. 152 und weiter unten. Die Nothwendigkeit jener Neigung von 45° wird übrigens auch daraus klar, daß, wenn man die Kugel faſt ſenkrecht aufwärts wirft, die Wurfweite, wegen zu großer Höhe der Wurflinie, äußerſt klein ausfällt, und daß, wenn man ſie nahe horizontal ſchleudern wollte, ſie ſehr bald die Horizontalebene berühren, und wenn wir dieſe in Gedanken verneinen, ſehr bald unter dieſelbe herabſinken würde; man muß daher, um möglichſt weit zu werfen oder zu ſchießen, zwiſchen beiden Aeußerſten die Mitte wählen, und mithin unter oben bemerkter Neigung, genannt der Elevationswinkel, die Kanone löſen. Ein eigentlicher Kernſchuß iſt, der ununterbrochen herabziehenden Wirkung der Schwere wegen, unmöglich, und nur bei mäßigen, die

ſo tritt ſie ſchwierig ein. Erwägt man, daß der **Funke** überhaupt nur dadurch zum Erſcheinen gelangt, daß der Uebergang der Elektricität von einem Leiter zu einem anderen durch einen gaſigen Nichtleiter, nämlich durch die **Luft**, vor ſich geht, die, als Widerſtand leiſtendes Medium, nur in Folge der überwiegenden Spannung der in und an dem einen Leiter gehäuften Elektricität durchbrochen wird, und dieſe ſo in die durch die Geſtalt des Funkens bezeichneten engen Gränzen bannt, und das andererſeits die Entzündung des Schießpulvers durch den Funken erleichtert wird, wenn man daſſelbe ſelbſt zu dem Werthe des zweiten, den Funken empfangenden Leiters dadurch erhebt, daß man es mit etwas Metallſtaub vermengt, und erinnert man ſich, daß der elektriſche Funke ein mit Stanniol belegtes Thermometer ſteigen macht (alſo wärmend und hitzend wirkt an ſich, und im weit ſtärkeren Grade, wenn, die ihn widerſtehende Luft mit einer ihre ſonſt mögliche Abfließungs-Geſchwindigkeit bei weitem überbietende, die Geſchwindigkeit des Lichtes um faſt ein Drittel übertreffenden Bewegungsſchnelle von ihm nach den Seiten hin zurückgedrückt und gepreßt wird; oben S. 455 Anm. *), ſo erklärt ſich ſolche, durch elektriſche Funken bewirkte Schießpulverzündung ſehr wohl. — — Daß beim Abbrennen des Pulvers in Feuergewehren die geſteigerte Verbrennungshitze zur Zerſetzung der Azotſäure, und, wenn dieſe bereits durch chemiſche Gegenwirkung der Kohle theilweis (unter Ausſcheidung von Azotoxydgas) zerſezt iſt, zum gänzlichen Zerfallen des Azot und Oxygen weſentlich **beiträgt**, beweiſet die Zerſetzbarkeit der Dämpfe der Azotſäure, wenn dieſelben durch glühende Röhren getrieben werden; **Prieſtley** in v. **Crell's** N. Entdeck. XI. 264 und Annal. 1784. I. 37. Daß jedoch auch die bei dem zerſetzenden Verbrennen des Schießpulvers erzeugte **Elektricität zur gänzlichen** Trennung des Oxygen vom Azot

---

*) Iſt der **gaſige Nichtleiter** zugleich **leuchtend** zündlich, wie ſolches z. B. bei
der **Knall-Luft** (1 Maaß Oxygen- + 2 Maaß Hydrogengas), ſo wie bei dem in
der atmoſphäriſchen Luft ausſtrömenden **Hydrogengaſe** (z. B. der ſonſt gebräuch-
lichen **elektriſchen Zündmaſchinen**), **Aether-** und **Weingeiſtdämpfe**
gegeben erſcheint, ſo entzündet ihn ſchon der kleinſte elektriſche Funke, weil die ihn
treffende Compreſſionshitze, wo ſie auch ausbricht, in ihm zugleich auch den entzünd-
lichen Stoff antrifft. Daß **Harzſtaub**, **Lycopodiumſaamen** ꝛc. ſich durch den
elektriſchen Funken leicht entzünden laſſen, wenn ſie auf Baumwolle oder auf Zun-
derſchwamm verbreitet waren, in beiden Subſtanzen alſo ſchlechte Leiter zur Unter-
lage hatten, erklärt ſich aus obigem leicht; eben ſo auch, daß **erwärmter Brannt-
wein**, dem an ſeiner Oberfläche entſteigenden Dampfe nach, durch kleine elektriſche
Funken leicht entzündet wird, daß **Phosphor** (beſonders leicht durch den ihn
ſchmelzenden Funken einer galvaniſchen Batterie), ſo weit er dichter Dampf iſt, ſchon
durch einen mittelmäßigen elektriſchen Funken entflammt werden kann, und mehr
dergleichen. Unterläßt man dagegen die Erfüllung obiger Bedingung, ſo vermag
man ſelbſt mit dem Funken der kräftigſten elektriſchen Batterie das **Schießpulver**
nur zu zerſtreuen und zu zerwehen, aber nicht zu entzünden.

zu Wege zu bringen. Ein Gemenge von gleichen Maaßtheilen Sprengpulver und Sägmehl zeigte keine völlig befriedigende Wirkung, wohl aber war dieſes der Fall bei Anwendung von ⅗ Maaß Sprengpulver gegen ⅖ Sägmehl; denn nun würde das vorgegebene Geſtein rein herausgehoben, während es bei gleichem Maaße Pulver und Sägmehl nur durchgängig ausgelockert erſchien. Als man dieſe Verſuche mit Baſalt bei Oberwinter in der Art wiederholte, daß man 8 Zoll tiefe Löcher jedes mit 2 Loth eines innigen Gemenges von gleichen Maaßen Sprengpulver und Sägmehl beſezte, erfolgte ebenfalls vollkommene Zertheilung aller (18 bis 20zölligen) Baſaltſäulen. — Um unter Waſſer Felſen zu ſprengen, kennt man mehrere Verfahren; auffallend iſt es, daß man von dem Serullas'ſchen (oben S. 456) zur Zeit, wenigſtens in Deutſchland, keine Anwendung verſucht hat. Hinreichende Belehrung über jene Verfahren, namentlich über das von Cochius in der Alle angewandte, ſo wie über jenes, welches man beim Felsſprengen im Donauſtrudel befolgte, und das darauf beim Sprengen der Felſen im Rheine bei Bingen (in dem Strudel genannt das Bingerloch) durchgeführte, findet man in dem zu Leipzig erſcheinenden Polytechniſchen Centralblatte und daraus im Kunſt- und Gewerbeblatt des polytechniſchen Vereins für das Königreich Bayern. XXI. Jahrg. Heft 9. September 1835. S. 522 ff.

10) Vor nahe 20 Jahren verbeſſerte Champy die Bereitung des Schießpulvers dadurch merklich: a) daß er jeden zugehörigen Mengtheil (alſo Salpeter, Schwefel und Kohle) zuvörderſt geſondert auf's feinſte pulvern ließ mittelſt Zinn- oder Kupferkugeln, die in beſonders eingerichteten, innen der Länge nach mit Leiſten von ſehr hartem Holze, ſo wie mit mehreren Staub-Abzugs-Oeffnungen verſehenen Tonnen, ununterbrochen aufſteigend und wieder herabfallend bewegt wurden, und ſo die in kleinen Mengen nach einander eingetragenen Maſſen bis zu Staub zermalmten, der durch die Oeffnungen, mittelſt eines Ventilators, in die benachbarten Staubkammern geführt ward. (Auf einen ähnlichen Grundgedanken geſtüzt ſind die neueren engliſchen Pulverungs-Vorrichtungen, wie man ſie jezt auch ſchon in den Arbeitsſtätten vaterländiſcher Apotheker benutzen ſieht; ſie gewähren in ſo hohem Maaße feine Pulver, daß dieſe ihren Theilen nach für das Getaſt verſchwinden, indem ſie ſich wie durchaus weiche Gegenſtände anfühlen. Daß mit einer ſo weit getriebenen Feinpulverung dergleichen Materien möglichſt verflächt erſcheinen, und daher, weil ſie weit mehr Berührungspunkte, als die durch Stampfen und Reiben in Mörſern bereiteten Pulver, darbieten, dieſe auch an heilkräftiger Wirkſamkeit bedeutend übertreffen, iſt außer allem Zweifel); b) daß dieſer feinſten Pulverung eine ſehr innige Mengung dadurch folgte, daß man die im gehörigen Verhältniß abgewogenen ſtaubigen Mengtheile,

zuſammen im Betrage von 300 bis 350 Pfund, zugleich mit feinem Bleiſchrot, in einer Trommel etwa fünf Viertelſtunden lang in gleichförmige Bewegung ſezte; dann c) einen Theil des Gemenges mit Waſſer (auf 100 Pulvergemenge 14 Waſſer) dergeſtalt durchfeuchtete, daß die Maſſe durch ein rundlöcheriges Sieb gedrückt, in Körner überging, die in eine Trommel fielen, welche man dann eine halbe Stunde hindurch in Drehung verſezte. Durch dieſe Bewegung runden die Körner (von C. Kerne noyaux genannt) ſich ab, und iſt dieſes hinreichend erfolgt, ſo befreiet man ſie, mittelſt eines feinmaſchigen Siebes, von dem dabei abgefallenen Staube. d) Hat man nun in ſolcher Weiſe eine hinreichende Menge Körner bereitet, ſo ſchüttet man ſie neuerdings in eine Trommel, hinreichend groß, um nicht nur die Körner, ſondern auch noch einen deren eigenes Gewicht anderthalbmal übertreffenden Gewichtstheil Pulverſatz (ungekörntes Pulver) faſſen, und, während die Trommel in Bewegung geſezt wird, ſo viel — oder vielmehr: ſo wenig — Waſſer (zwei Procent) beigeben zu können, bis die Maſſe gerade gefeuchtet, aber durchaus nicht genäßt ſich zeigt; zu welchem Ende man das Waſſer darauf in Form eines feinſten Staubregens fallen läßt. Hiedurch ſetzen ſich nun um jeden Kern neue Schichten an, was gleichmäßige Verdichtung und mittelpunktlich zugewendete (concentriſche) ſchaalige Vergrößerung und damit vollkommene Rundung deſſelben zur Folge hat. Je länger man ſie dieſer Bearbeitung unterwirft, um ſo dichter, größer und runder werden die Pulverkörner, ſo daß man alſo dieſe Verhältniſſe willkührlich feſtzuſtellen ſich in den Stand geſezt ſieht. e) Das gekörnte Pulver wird hierauf, durch rundlöcherige Siebe, in drei, der Körnergröße nach, verſchiedene Schießpulverſorten zertheilt, nämlich in größtkörniges oder „Kanonenpulver," in mittelkörniges: Jagd-, Büchſen- oder Flintenpulver (das in Tonnen-, die ſich wagrecht um ihre Axe langſam drehen und inwendig mit vier, von einem Tonnenboden zum andern reichenden Leiſten, oder viereckigen, etwa zwei Zoll dicken Stäben verſehen ſind, binnen 8—12 Stunden geglättet wird) und in feinſtkörniges oder ſtaubiges Pulver, von denen das leztere dazu beſtimmt iſt, bei Erneuung des beſchriebenen Verfahrens, wieder als Kerne zu dienen. Das in ſeiner Fertigung ſo weit gelangte Schießpulver wird nun an der Luft, oder, nach Mayer Gerhardſon (neue ſchwediſche Abhandl. 1782, II.) in einer durch Waſſerdampf-leitende Röhren oder Hohlböden erhizten Kammer getrocknet. — Gewöhnlich ſtampft man zur Pulverfabrikation zuerſt die Kohle, ſezt hierauf den zerſtaubten Salpeter (den man am beſten zuvor in den von Adhäſionswaſſer befreieten Zuſtand, durch Schmelzung, geſezt hatte) und zulezt den zerſtiebten Schwefel zu, oder man vermengt Schwefel und Kohle, bevor man

(und eben ſo von jedem ähnlichen chemiſchen Erzeugniſſe; daher auch vom Knallgolde, Knallplatin, Knallmerkur ꝛc., Silberoxyd-Oxalat oder kleeſaurem Silberoxyd u. ſ. w.) im Gefolge hat; a. a. O. L. XVII. 332. Um Schießpulver in ſeine Gemengtheile zu zerlegen, wägt man es genau ab, trocknet es bei Waſſerſiedhitze (im Marienbade), wägt es noch heiß wieder und beſtimmt ſo ſeinen Gehalt an aus der Luft angezogenem oder hygroskopiſchem Waſſer; zerreibt es auf's Feinſte und laugt es darauf mit kochendem deſtillirtem Waſſer ſo lange aus, bis das Waſſer nichts mehr löſ't, ſammelt alle filtrirte Auslaugeflüſſigkeit, dampft ſie zur Kryſtalliſation ein, ſammelt allen daraus kryſtalliſirten Salpeter (den man nachgehends noch beſonders auf ſeine Reinheit prüfen kann), trocknet ihn, wie zuvor das Schießpulver und wägt ihn ebenfalls noch heiß. Der hiebei verbliebene Rückſtand, beſtehend aus Kohle und Schwefel, wird nun geſammelt, ſorgfältig getrocknet und mit Aetzkalilauge wiederholt ausgekocht, um ſo den Schwefel von der Kohle zu ſondern. Die hiebei verbliebene Kohle wird jezt in ein tarirtes Filter genau geſammelt, mit heißem Waſſer wiederholt ausgeſüßt (ausgewaſchen), getrocknet und noch heiß gewogen; das Gewicht der Kohle + des Gewichtes des zuvor geſchiedenen Salpeters vom Gewicht des in dem Zerlegungsverſuch genommenen Pulvers abgezogen, gibt mit dem hiedurch entſtehenden Reſt: das Gewicht des (in der Kalilauge aufgelöſ'ten) Schwefels, das man dadurch, controllirend, auch für ſich zu ermitteln vermag, daß man in die ſchwefelhaltige Lauge ſo lange Chlorgas ſtrömen läßt, bis ſie vollkommen entfärbt erſcheint; der Schwefel iſt nun in Schwefelſäure verwandelt, die das Kali gebunden enthält. Man ſezt jezt ſo lange in heißem Waſſer gelöſ'ten ſalzſauren Baryt hinzu, als noch ein Niederſchlag entſteht, ſammelt dieſen, ſüßt ihn mit heißem Waſſer aus, trocknet ihn und wägt ihn noch heiß; 100 Gran durch ſolche Wechſelzerſetzung gewonnener ſchwefelſaurer Baryt enthalten 66 waſſerfreien Baryt und 34 waſſerfreie Schwefelſäure, und 100 Gran der lezteren beſtehen aus 40 Schwefel und 60 Oxygen. 100 Gewichtstheile frei abgebrannten Schießpulvers entwickeln 58,9 Theile Gas; eben ſo viel Knallpulver von Dr. Mayers Zuſammenſetzung (ſ. oben) nur 12,5 Carbonſäure und Azotgas. Während aber das frei abbrennende Schießpulver ſeiner Zerſetzung, in Abſicht auf dazu erforderlichen Zeitverbrauch, langſam unterliegt, erfolgt ſie bei dem Knallpulver augenblicklich, und dadurch mit einer Spannung ſeiner Zerſetzungsgaſe, die durch die ganze unverkürzte Größe der hiebei entwickelten Wärme und Elektricität ihr Maximum erreicht hat. — Da das Natronazotat (der Natronſalpeter) mit Schwefel und Kohle gemengt, dieſe Stoffe nicht nur weit langſamer verbrennen macht, als das Kaliazotat, ſondern auch die Luftfeuchte ſtärker anzieht, als dieſes Salz, gegenwärtig aber viel Natronazotat aus

Chile herbeigeführt, und nicht nur unter der Benennung Chiliſalpeter in den Handel gebracht, ſondern auch viel Kaliſalpeter aus Natronſalpeter dargeſtellt wird, ſo war die Kenntniß eines Verfahrens: die Beimiſchung des lezteren in erſterem mit leichter Mühe ermitteln zu können, wünſchenswerth. Dr. Meyer (Erdmann's und Schweigger-Seidel's Journ. f. prakt. Chem. II. 331) theilt hiezu folgende, auf bekannte Miſchungs-Verhältniſſe ſich gründende, ſtöchiometriſche Regel mit: Man mengt den getrockneten, abgewogenen, in Beziehung auf Natronazotat fraglichen Salpeter mit gleichen Theilen Schwefel und dem Dreifachen ſeines Gewichtes Kochſalzes oder Glaspulvers, und glühet das Gemenge in einem paſſenden (durch leichte Bedeckung gegen Einfallen von Kohlen zu ſchützenden) Schmelztiegel, wo man dann für ein Miſchungsgewicht oder Atom Azotat 1 Atom Sulphat erhält. Man löſ't dieſes rückſtändige Salz in deſtillirtem heißem Waſſer, filtrirt die Löſung, ſpühlt das Filter noch mit ſo viel deſtillirtem Waſſer aus, als nöthig iſt, dieſes rein ablaufen zu machen, und verſezt nun alles geſammelte durchgelaufene Flüſſige ſo lange mit einer heißen *) wäſſerigen Löſung des ſalzſauren Baryts, als dieſe noch weiße Trübung erzeugt; was hiedurch in Form eines weißen, in Waſſer, ſo wie in wäſſeriger Azotſäure unlöslichen Niederſchlags ſich ſenkend ausſcheidet, iſt ſchwefelſaurer Baryt. Man wäſcht dieſen mit deſtillirtem heißem Waſſer wohl aus, ſammelt ihn auf ein tarirtes Druckpapier-Filter, trocknet ihn und wägt ihn noch heiß. War das Azotat reiner Kaliſalpeter geweſen, ſo muß das durch wechſelzerſetzende Fällung erzeugte Barytſulphat, wenn der Salpeter 100 gewogen hatte, 115 wiegen, hingegen mehr, wenn Natronazotat mit im Spiele geweſen; denn 100 Natronazotat geben, ſo wie oben bemerkt, behandelt, ſo viel Natronſulphat, daß durch den ſalzſauren Baryt 136 Barytſulphat zu Stande kommen. Erhält man daher mehr wie 115 Barytſulphat, ſo zieht man von dem gefundenen Gewichte 115 ab, dividirt den Reſt mit 0,21, ſo wird der Quotient die Procente an Natronazotat nachweiſen, die in dem fraglichen Salpeter enthalten waren. Vergl. auch Annalen der Pharmacie XVI. 191.

14) Zuſatz von Kalichlorat (oben S. 448) vermehrt zwar die Menge des Oxygengaſes im verbrennenden Schießpulver, und entläßt dabei kein flammeerſtickendes Gas, wie ſolches bei dem gewöhnlichen nur Salpeter zum Zündſatze beſitzenden Pulver, von Seiten des freiwerdenden Azotgaſes (und, bei ſchlechterem Pulver und nicht gehörig geleiteter Abbrennungs-Bedingung, eben ſo auch vom Azotoxyd- und Schwefelichtſäuregas) der Fall iſt, da es aber mit verſchiedenen brennbaren Materien ſchon durch den Stoß —

*) Heiße Löſungen wechſelzerſetzbarer Salze zerſetzen ſich ſchnell, kalte langſam.

gewonnenen Körner, wie bemerkt, durch zwei Siebe getrieben werden, von denen das eine die zu kleinen, das andere die zu großen Körner ſondert, welche beide wieder zu neuen Pulvermaſſen in Arbeit genommen werden. — Getrocknet muß das fertige Pulver möglichſt gegen Luftfeuchte geſchützt werden; ob man es nicht am zweckmäßigſten in Tonnen aufbewahrte, in welche man kurz zuvor etwas Terpentinöl in Dampf verwandelt hatte? ſteht zu prüfen. Der Umſtand, daß dieſes Oel, durch luftiges Oxygen, ſich leicht zur harzartigen Maſſe verdichtet und dann ſehr klebrig wird, mithin das Aneinanderhängen der Körnchen zur Folge haben könnte, ſcheint freilich gegen dieſen Vorſchlag zu ſprechen; indeſſen wird der Oeldampf in ſo geringer Menge von den Körnchen verſchluckt, daß der dadurch gebildete Firniß kaum Anhaftung bewirken dürfte.

11) Aus dem Eigengewicht (Eigendichte oder ſpecifiſchen Gewicht) des Schießpulvers läßt ſich auf deſſen Beſtandtheil-Verhältniß ſchließen; man beſtimmt es, indem zuvörderſt das Eigengewichts-Verhältniß einer geſättigten Löſung von Salpeter in deſtillirtem Waſſer ermittelt, und dann das Pulver in dieſer Salpeterlöſung wiegt. Das Eigengewicht eines feinkörnigen Pulvers fand Muncke, wenn er es mit den Zwiſchenräumen, alſo ſammt der zwiſchen gelagerten Luft, beſtimmte, gleich 1,016; ohne Zwiſchenräume = 1,277. Das eines „reinen“ Salpeters beträgt 1,933. Trocken enthält derſelbe kein Waſſer, und was er ſonſt an Waſſer darbietet, iſt nur Luftfeuchte-Waſſer (vergl. oben S. 450). Die Stärke (Wirkſamkeit) deſſelben mißt man gemeinhin mittelſt der ſog. Pulverprobe, in welcher der die Ladung eines Geſchoßes vertretende Theil, durch Entzündung des eingeſchloſſenen Pulvers, die gehörige Zahl Grade ſchlagen muß. Welchen Einfluß auf dieſe Gradezahl das Mengungsverhältniß und die Bearbeitungsweiſe ausüben, ergibt ſich aus folgender Ueberſicht der Beſtandtheils-Verhältniſſe, Arbeitsſtundenzahl und Stärke der (unten erwähnten) viererlei öſtreichiſchen Pulverarten:

	Scheibenpulver.	Musketenpulver.	Stückpulver.	Sprengpulver.
Salpeter, doppelt geläuterter	80 Gew.Thle.	72 Gew.Thle.	72 G.Th.	
einfach „				64 G.Th.
Schwefel	12 „	16 „	16 „	19 „
Hundsbeerholzkohle	14 „	17 „		
Erlenholzkohle			17 „	20 „
Satz, bearbeitet in der Stampfe	50 Stunden.	36 bis 48 St.	36—48 St.	30—36 St.
— in dem Rollfaſſe	6 bis 10 St.	6 bis 10 St.	6—10 St.	6—10 St.
Schlägt Grade	120—150	60—80	50—60	25—30

Am wirkſamſten zeigt ſich ein gehörig gearbeitetes Schießpulver, wenn es aus chemiſch reinem Salpeter, reinſtem Schwefel und Metall- wie Azot-freier, vollkommen ausgeglüheter Kohle in ſolchem Verhältniß zuſammengeſezt worden, daß die Kohle, verbrennend, nicht mit halb ſo viel Oxygen, als ſie chemiſch zu binden und ſich in demſelben auflöſend zu verbrauchen vermag, zu Kohlenoxydgas, ſondern mit der ganzen hiezu erforderlichen Oxygenmenge zu Kohlenſäuregas vereint, von denen das lezte genau ſo viel Raum einnimmt, als das dazu erforderliche Oxygengas einnehmen würde, wenn es für ſich und ohne durch einen anderen in ihm auflöslichen Stoff verdichtet worden zu ſein, gegeben wäre. Solche gänzliche Verbrennung der Schießpulverkohle, durch das Oxygen des Salpeters (oder vielmehr der in demſelben befindlichen Salpeter- oder Azotſäure), zu gaſiger Kohlenſäure würde reinſtes Schießpulver gewähren, wenn es gegen 74,6 Salpeter, 13,5 Kohle und 11,9 Schwefel enthielte, während, wenn es aus nur 65,8 Salpeter gegen 23,8 Kohle und 10,4 Schwefel zuſammengeſezt worden, ſeine Kohle nicht zu Kohlenſäure (beſtehend aus 1 Atom oder Miſchungsgewicht Carbon oder Kohlenſtoff und 2 Atom Oxygen oder Sauerſtoff), ſondern nur zu (aus 1 Atom Carbon und 1 Atom Oxygen zuſammengeſezten) Kohlenoxydgas verbrennen würde *); eine Zuſammenſetzung, die ſich ſtets unbrauchbar erwieſen hat, während die zur Kohlenſäure-Bildung führende die gewünſchteſte Wirkung leiſtet. Ueber die früherhin von Robins u. A. gemachten Beobachtungen der, bei Pulvermühlen mehr denn irgendwo höchſt gefährlichen, Selbſtentzündungen der Kohle ſind in neueren Zeiten mehrere ſehr lehrreiche Verſuche angeſtellt worden, aus denen hervorgeht: a) daß Kohlen in Stücken ſich nicht von ſelber entzünden; b) daß die gepulverten nach Maßgabe ihrer Flächenvervielfältigung (mithin Feinzerſtiebung) und ihrer Anhäufung: in ihrem

*) Mengt man 1 Atom Salpeter, d. i. die Verbindung von 1 Atom Azotſäure (zuſammengeſezt aus 2 Atom Azot oder Nitrogen oder Stick, und bezeichnet durch 2A oder 2N, oder A_2 oder N_2 = 177,036 Azot + 500 Oxygen, oder = 677,036 Theile, bezeichnet durch $A_2 O_5$) mit 1 Atom Kali (d. i. 489,916 Kalin oder Kalium oder K, verbunden mit 100 O = 589,916 Theile, bezeichnet durch KO) zu einem (doppelt zuſammengeſezten) Atom Kaliazotat, oder, zuſammengenommen: 1266,952 Gewichtstheile Salpeter (= KOA_2O_5) mit 1 Atom Schwefel (bezeichnet durch S = 201,165) und 6 Atomen höchſt ausgeglüheter und daher als eben ſo viel Carbon oder Kohlenſtoff (bezeichnet mit C_6) in Rechnung zu nehmender (alſo ſechsmal 76,437, d. i. mit 458,622) Metall-, ſo wie Azot- und Hydrogen-freier Kohle, ſo würde man, durch Verbrennung im verſchloſſenen Raume, ſolchen innigſten Gemenges, deſſen Gewicht alſo 1926,739 beträgt, nicht CO_2, ſondern, nebſt 691,081 Schwefelkalin (ſonſt auch Schwefelleber, oder, wiſſenſchaftlich, Kalinthionür oder Kaliumſulphür genannt) und A_2 = 177,036 Azotgas, nur CO, und zwar 958,622, d. i. $C_6 + O_6$ deſſelben erhalten, während, wenn man halb ſo viel Kohle den erwähnten Mengen von KOA_2O_5 und S zugeſezt hatte, 829,311 Carbonſäuregas = dreimal CO_2 ($C_3 + O_6$) erzeugt worden waren.

Vermögen die atmoſphäriſche Luft zu verdichten (oben S. 458), verſtärkt und dadurch hinſichtlich ihrer Selbſtentzündbarkeit beſchleunigt werden; c) daß unbedecktes, gegen Lufteindringen nicht geſchüztes Kohlenpulver ſich mehr erwärmt, und, falls es möglichſt fein zerſtiebt und in großer Menge angehäuft worden, ſich leichter entzündet, als bedecktes und gegen Lufteindringen geſchüztes; d) daß der größere oder geringere Gehalt der Luft an Waſſergas (Luftfeuchte) auf das Selbſtentzündungsvermögen keinen bemerkenswerthen Einfluß übt; e) daß hingegen Lagerungs-Verhältniſſe und Artung der Kohle darauf ſtets in ſo fern einigen Einfluß haben, als nicht nur Zuſammenpreſſung der von den Kohlentheilchen angezogenen und verhältlich der Anziehungsſtärke unverſchiebbar gemachten Luft (meines Erachtens, neben der Luftverdichtungswärme die Hauptveranlaſſung der Selbſtentzündung nicht nur des Kohlenpulvers, ſondern auch der mit Fett getränkten Garne, Werg, des feucht eingeführten Heues ꝛc.), ſondern auch die größere Brennbarkeit der einen oder anderen Kohlenart, und Rüttelung oder andauernde Erſchütterung des in Maſſe aufgehäuften Kohlenſtaubes (z. B. durch Fortſchaffung mittelſt Wägen auf ſchlechten Wegen), vielleicht in Folge hiedurch erzeugter Reibungs-Elektricität und fortgeſezter Zuſammenpreſſung der unbeweglich gemachten Lufthüllchen jedes Kohlenſtäubchens, die Selbſtentzündung merklich beſchleunigen, und endlich f) daß auch die Dauer der Zwiſchenzeit, welche zwiſchen Fertigung und Aufhäufung des Kohlenpulvers verſtreicht, in ſo fern hiezu beiträgt, als friſch bereitetes Kohlenpulver, wenn es zu ſchnell in großen Maſſen aufgehäuft wird, ſich eher entzündet, als längſt bereitetes — wahrſcheinlich: weil es im lezteren Falle mit etwas Kohlenſäure erfüllt iſt, die beim Zerſtieben und Verreiben ſich gebildet hatte, und die nun der Entzündung entgegen wirkt; vielleicht auch: weil es gänzlich abgekühlt iſt. Faulbaumholzkohle entzündete ſich, wenn ſie unmittelbar nach ihrer Bereitung und Zerſtiebung in einer Menge von 120 Pfund etwa zwei Fuß hoch aufgeſchüttet wurde. Andere Kohlen vermochten hingegen in dieſer Menge, aber nicht in Maſſen von 1000 bis 6000 Pfund, ohne Gefahr aufgeſchüttet zu werden, ſelbſt dann nicht, wenn ſie zehn bis zwölf Tage nach der Pulverung freier Luft ausgeſezt geweſen; vergl. Erdmann's Journ. f. prakt. Chem. B. IX. 101 ff.

12) Je vollſtändiger und je ſchneller die Entzündung des in Brand geſezten Schießpulvers ſich nach allen Richtungen hin (durch alle Körner hindurch) verbreitet, um ſo größer iſt die Stärke des Pulvers. Erſteres findet jedoch nie im erwünſchten Grade ſtatt, wie ſchon ein Schuß gegen eine Papierfläche darthut; denn dieſe zeigt dann, daß viele der Pulverkörner (ſammlungsfähig) hinausgeworfen wurden — ohne zur Entzündung gelangt zu ſein; lezteres

hängt nicht nur von der Reinheit und dem richtigen Mengenverhältniß der Mengtheile des Pulverſatzes, ſondern hauptſächlich auch von der gehörigen räumlichen Beſchaffenheit oder dem ſog. Aggregatzuſtande des fertigen Pulvers, d. i. von der zweckgemäßen Körnung deſſelben ab. Härte, Rundung und Glättung der Körner dürfen nicht zu weit getrieben, ſondern müſſen in beſtimmte Gränzen gehalten werden; denn zu harte und vollkommen geründete und geglättete Körner entzünden ſich weniger ſchnell und verbrennen langſamer, als wenig mürbe, etwas eckige, und, wenn auch nicht eine rauhe, doch eine matte Oberfläche darbietende, und man würde die Glättung zum Vortheil der Leichtentzündlichkeit ganz unterlaſſen können, wenn man dadurch nicht das Mittel erhielte, des Pulvers Luftfeuchteanziehung zu mäßigen, die, eingetreten, ſehr bald an der Entzündlichkeit mehr mindert, als größere Rauheit der Körneroberfläche zu befördern vermag. Je größer die Menge des Pulvers iſt, die auf einmal verbrannt werden ſoll, um ſo größer müſſen auch die Körner ſolchen Pulvers ſein; das richtige Verhältniß der Körnergröße zur Menge iſt dann erreicht, wenn ein Korn zur gänzlichen Verbrennung nicht mehr Zeit verbraucht, als die ganze Pulvermenge zur vollſtändigen Entzündung heiſcht. Aus dieſem Grunde muß das Stückpulver grobkörniger bereitet werden, als das Flintenpulver. Das feinſte Jagdpulver wird, zur Erhöhung der Dichte und Mengungs-Innigkeit, nach dem Körnen noch einmal gemahlen, in Paſten geformt, wieder gekörnt, geglättet ꝛc. Große Ungleichheit der Körnergröße iſt ebenfalls nachtheilig, und ein Pulver, deſſen Körner ſich der Größe nach um die Hälfte unterſcheiden, verdient nicht in den Gebrauch genommen zu werden. Uebrigens müſſen die Körner eines guten Schießpulvers ſchieferfarbig, d. i. blaugrauſchwarz und nicht blauſchwarz erſcheinen; denn in lezterem Falle iſt ihr Satz zu reich an Kohle, und haben ſie ein ganz ſchwarzes Anſehen, ſo ſind ſie feucht. Auch dürfen ſie nicht einzelne glänzende (von unzertheiltem oder wieder kryſtalliſirtem Salpeter herrührende) Stellen darbieten, beim Drücken in der Hand dagegen leiſe kniſchen, mit den Fingern in der flachen Hand gerieben, ſich nicht leicht zerdrücken, und zerdrückt in unfühlbar feinen Staub zerfallen, und mittelſt Befühlung keine einzelnen ſcharfen Theilchen in ſolchem Staub wahrnehmen laſſen; ſie müſſen ferner, über Papier oder über den Handrücken hinweg gerollt, nicht abfärben, weil ſie ſonſt entweder Mehlpulver oder Feuchtigkeit enthalten. Auf weißem Papier angezündet, muß ein kunſtgerecht gefertigtes Schießpulver ſchnell und ohne Rückſtand, unter ſenkrecht aufſteigender Dampf- (oder vielmehr Rauch-) Säulen-Entwickelung und ohne ſchwarze (auf zu viele oder auch auf unzertheilte oder ſchlechte Kohle hinweiſende) Flecke zu hinterlaſſen, abbrennen. Bietet das Papier, nach dem Abbrennen, gelbe Streifen dar, ſo enthielt es zuweilen (oder

nicht gehörig zertheilten, oder ſchlechten) Schwefel, läßt es einzelne Körner unverbrannt zurück, ſo war es nicht innig genug gemengt; und laſſen dieſe Körner ſich nicht anzünden, ſo war der Salpeter unrein; brennt es Löcher in's Papier, ſo iſt es entweder an ſich ſchlecht oder feucht. Um es gegen Luftfeuchte zu ſchützen, dürfte Ueberfirnißung der Pulvertonnen mit Kautſchuckfirniß zweckdienlich ſein *). Der Schwefel dient eigentlich nur zum Anzünden der Kohle; daß dieſem alſo ſei, beweiſet folgender Verſuch: Erhizt man, in einer ſilbernen Schale, etwas Schießpulver allmählig über den Siedepunkt des Waſſers hinaus, ſo beginnen zunächſt die einzelnen Pulverkörner (in Folge der Schmelzung des Schwefels) etwas an einander zu haften, und unmittelbar darauf fängt der Schwefel an, ſich zu verflüchtigen, nach und nach, mit Zunahme der Erhitzung, ſtärker, und bei 230° R. (= 287°,5 C.) ſo ſtark, daß er lichtſchimmert (phosphorescirt) und etwas Kohle mit emporreißt. Endlich, über 250° R. (= 312°,5 C.) erhizt und dadurch vollkommen entwichen, hinterläßt er die Körner im Zuſtande beginnender Blähung; dieſe wächſ't nun, den Raumumfang der Körner mehrfach vergrößernd, bis dieſe zulezt, ohne daß irgend eine Verpuffung erfolgte, zu einer einzigen Maſſe ſchmelzend zuſammenwirken. Steigert man jezt die Hitze noch mehr, ſo erfolgt Zerſetzung der Azotſäure des Salpeters, deren luftige und dunſtige Zerſetzungs-Erzeugniſſe jezt einen beträchtlichen Theil der Kohle entführen, und hat die Hitze ſchließlich volle Rothgluth erreicht, ſo bleibt nichts zurück, als Kalicarbonat (kohlenſaures Kali). Erhizt man jedoch die Maſſe vor der gänzlichen Verflüchtigung des Schwefels plötzlich bis zu 240° R. (= 300° C.), ſo erſcheint, wie beim erhizten Knallpulver (oben S. 455), ein blaues Flämmchen, dem dann die Verpuffung auf den Fuß folgt. Die Temperatur, die bei der leztern eintritt, überſteigt zwar die Dunkelrothgluth nicht, indeſſen geht ſie ohne Zweifel, bei beträchtlichen Mengen in eingeſchloſſenen Räumen verbrennenden Schießpulvers, um ein Beträchtliches über dieſe Hitzſtufe hinaus. Je größer aber die Verbrennungshitze, und je weniger von dieſer Hitze während des Verbrennens durch Ableitung der das Pulver einſchließenden Körpermaſſen verloren geht, um ſo mehr ſteigert ſich die Ausdehnſamkeit der gaſigen Verbrennungs-Erzeugniſſe, und damit die Gewalt des Pulvers. Die Verbrennungshitze iſt aber, alles Uebrige gleichgeſezt, um ſo größer, je vollkommener die Kohle zur Verbrennung gebracht wurde, und daher bei Pulverſätzen, deren Kohle zur Kohlenſäure verbrennt, größer, als bei jenen, bei welchen es nur zur Carbonoxydbildung kommt. Auch beſizt die Kohlenſäure

*) Auf gleiche Weiſe laſſen ſich Weingeiſtfäſſer gegen Weingeiſtverdunſtung verwahren.

ſehr große Wärmefaſſung, die mit der geſteigerten Temperatur noch beträchtlich wächſ't, was dann auch zur Erhöhung ihrer Spannung oder Elaſticitäts-Aeußerung merklich beiträgt. Die Menge des ſtarren Pulverrückſtandes oder ſog. Pulverſchleims, die verbleibt, wenn das Pulver in ganz geſchloſſenen Räumen verbrannt worden, richtet ſich nach dem Verhältniß der Beſtandtheile des Pulverſatzes, beträgt jedoch, im Mittel, bei guten Pulverſorten 0,5, in gewöhnlichen Feuergewehren hingegen, weil hier der größere Theil des Rückſtandes mit herausgeſchleudert wird, nur 0,10. Unmittelbar nach dem Abbrennen unterſucht, ſtellt derſelbe eine trockene (an der Luft ſchnell feuchtende) ſcharf ſchmeckende, mit ſchwarzen Punkten durchſezte Maſſe dar, die bei gewöhnlichem, jedoch nicht ſchlechtem Pulver ſich aus 0,10 Kohle, 0,05 bis 0,10 Kaliſulphat (ſchwefelſaurem Kali) 0,05 ſäurefreiem, und 0,05 kohlenſaurem Kali, nebſt 0,70 bis 0,75 Kalinthionür zuſammengeſezt zeigt. Kleine Mengen, in engen Röhren feſt geſtampften und daher langſam verbrennenden Pulvers, geben abbrennend 0,08 Schweflichtſäure-, 0,08 Azotoxyd-, 0,44 Kohlenſäure- und 0,40 Azotgas; bei größeren Mengen raſch verpuffenden Pulvers fehlt hingegen das Azotoxyd- oder ſog. Salpetergas gänzlich und das dabei entwickelte Geſammtgas iſt gewöhnlich ein phyſiſches Gemiſch von 0,09 Schweflichtſäure, 0,25 Carbonſäure, 0,25 Carbonoxyd und 0,41 Azot, aber ſchon Collin's und Taillefort's hierüber angeſtellte Verſuche ſezten den Unterſchied in der langſameren und ſchnellen Gasentwickelung, hervorgegangen durch plötzliches und mehr allmähliges Verbrennen des Schießpulvers außer Zweifel; denn nur, wenn das Pulver lebhaft verpuffte, gab es lediglich Azot- und Carbonſäuregas, im entgegengeſezten Falle hingegen außerdem auch Azotoxydgas (nämlich 42 Maßtheile A-, 43 CO_2- und 15 A_2O_2- oder ſog. Salpetergas; ſ. Ann. de Chim. et de Phys. XII. 387). Vergl. auch oben Zuſatz 5, S. 456 Anm. — Einhundert Wiener Gran (= 7291,823 Milligramme, deren 6211,6750 auf 100 Gran Nürnberger Medicinalgewicht gehen) des zuvor erwähnten Oeſtreichiſchen Musketenpulvers entwickelten, abgebrannt: 78 Wiener Würfelzoll (= 78 mal 18,27845 = 1425,71910 cubicirten Centimetre oder 14,2571910 Decilitre) Gas, das jedoch im Augenblicke der Entwickelung einen beträchtlich größeren Raum auszufüllen vermöchte, da es dann eine Temperatur hat, die mehr denn 1000° C. beträgt. Dieſes berückſichtigend rechnet man gewöhnlich auf ein Maaß Pulver 1500 Maaß Gas, eine Annahme, die jedoch um mehr als die Hälfte falſch ſein kann. — Ueber die Geſchichte der Erfindung des Schießpulvers und deſſen Gebrauch in ſehr frühen Zeiten, findet man, außer dem oben S. 456 ff. Erwähnten, noch Beachtungswerthes in Scherer's Journal der Chem. II. 109 und VI. 74. — Hat das Schießpulver nicht mehr als 0,05 ſeines Gewichtes an Luftfeuchte angezogen (es vermag davon

mehr denn 0,14 einzuſaugen), ſo kann es durch Trocknen wieder zur vorigen Wirkſamkeit gebracht werden; iſt jedoch ſein Feuchtigkeitsgehalt ſo groß, daß es angezündet merklich langſamer verbrennt und getrocknet eine Salpeterkruſte zeigt, ſo muß es von Neuem zerſtiebt, geſiebt ꝛc. werden. Auch das beſte Pulver zieht aus der Luft Waſſer an, und kann davon bereits zwei Procent enthalten, obgleich es noch völlig trocken zu ſein ſcheint.

13) Entzündbar iſt das Schießpulver durch jede Flamme eben ſo gut, wie durch glühende Kohle (z. B. brennender Lunten) und einzelne Funken, hervorgebracht durch Stahl und Stein, und beſtehend aus glühenden (und daher zündenden) abgerundeten Stahlſtückchen (die man auf weißem Papier ſammeln, unter dem Vergrößerungsglaſe betrachten, durch den Magnet anziehen und chemiſch prüfen und als Eiſen erkennen kann); nur iſt beim Zünden durch die Flamme das Anzünden an deren gehörige Stellung geknüpft. Dieſe muß nämlich, ſoll ſie zünden, das Schießpulver über ſich haben, weil ſie, als „durch Verbrennung glühendes Gas," nur nach oben beträchtlich hitzet. Wenn Weingeiſt über Schießpulver abbrennt, ohne es zu zünden, ſo hat hieran, außer dem Abgewendetſein der Flammenſpitze vom Pulver, auch die Näſſung Theil, die es von Seiten des in Weingeiſt befindlichen Waſſers erleidet; fehlt dem Weingeiſte dieſes Waſſer, d. h. iſt er nahe waſſerfrei, oder ſog. Alkohol (auch höchſt rectificirter oder alkoholiſirter Spiritus genannt), ſo zündet er allerdings Schießpulver, ſo wie auch Baumwolle, weil in dieſem Falle auch der untere Saum ſeiner Flamme ſchon Hitze genug entwickelt, um den Schwefel des Schießpulvers in Fluß, und damit zur Entflammung zu bringen (welche leztere eine Hitze fordert, die der Rothgluth nahe gleichkommt). Gießt man jedoch zu viel von dergleichen Alkohol auf das Pulver, ſo zündet er es dennoch nicht; weil er dann immer noch Waſſer genug beſizt, um es näſſen zu können. Dagegen zündet auch gewöhnlicher Lampen-Spiritus (ſog. rectificirter Weingeiſt) das Schießpulver, wenn man dieſes z. B. an einer Glasröhre hängend in den Flammenſaum hält, oder die Flamme durch ein Löthrohr auf daſſelbe bläſ't; denn unter dieſen und ähnlichen Bedingungen erhizt die Flamme, wenn auch nur ein Körnchen bis zu 240° R., entzündet es mithin und ſezt dadurch die übrigen Körner ſofort in Brand. Da gebrannter Kalk beim Löſchen eine weit größere Hitze entwickelt, ſo erklärt ſich, warum auch durch deſſen Löſchung Schießpulver entzündet werden kann. Mittelſt des electriſchen Funkens erfolgt die Entzündung leichter, wenn die den Funken zuführende Subſtanz ſchlecht leitet, als wenn ſie ein vollkommener Elektricitätsleiter iſt; führt man daher den Funken zu dem Schießpulver durch einen genäßten Faden, ſo fehlt die Entzündung nicht, leitet man ihn dagegen durch einen Metalldrath hinzu,

ſo tritt ſie ſchwierig ein. Erwägt man, daß der Funke überhaupt nur dadurch zum Erſcheinen gelangt, daß der Uebergang der Elektricität von einem Leiter zu einem anderen durch einen gaſigen Nichtleiter, nämlich durch die Luft, vor ſich geht, die, als Widerſtand leiſtendes Medium, nur in Folge der überwiegenden Spannung der in und an dem einen Leiter gehäuften Elektricität durchbrochen wird, und dieſe ſo in die durch die Geſtalt des Funkens bezeichneten engen Gränzen bannt, und das andererſeits die Entzündung des Schießpulvers durch den Funken erleichtert wird, wenn man daſſelbe ſelbſt zu dem Werthe des zweiten, den Funken empfangenden Leiters dadurch erhebt, daß man es mit etwas Metallſtaub vermengt, und erinnert man ſich, daß der elektriſche Funke ein mit Stanniol belegtes Thermometer ſteigen macht (alſo wärmend und hitzend wirkt an ſich, und im weit ſtärkeren Grade, wenn, die ihn widerſtehende Luft mit einer ihre ſonſt mögliche Abfließungs-Geſchwindigkeit bei weitem überbietende, die Geſchwindigkeit des Lichtes um faſt ein Drittel übertreffenden Bewegungsſchnelle von ihm nach den Seiten hin zurückgedrückt und gepreßt wird; oben S. 455 Anm. *), ſo erklärt ſich ſolche, durch elektriſche Funken bewirkte Schießpulverzündung ſehr wohl. — — Daß beim Abbrennen des Pulvers in Feuergewehren die geſteigerte Verbrennungshitze zur Zerſetzung der Azotſäure, und, wenn dieſe bereits durch chemiſche Gegenwirkung der Kohle theilweis (unter Ausſcheidung von Azotoxydgas) zerſezt iſt, zum gänzlichen Zerfallen des Azot und Oxygen weſentlich beiträgt, beweiſet die Zerſetzbarkeit der Dämpfe der Azotſäure, wenn dieſelben durch glühende Röhren getrieben werden; Prieſtley in v. Crell's N. Entdeck. XI. 264 und Annal. 1784. I. 37. Daß jedoch auch die bei dem zerſetzenden Verbrennen des Schießpulvers erzeugte Elektricität zur gänzlichen Trennung des Oxygen vom Azot

*) Iſt der gaſige Nichtleiter zugleich leuchtend zündlich, wie ſolches z. B. bei der Knall-Luft (1 Maaß Oxygen- + 2 Maaß Hydrogengas), ſo wie bei dem in der atmoſphäriſchen Luft ausſtrömenden Hydrogengaſe (z. B. der ſonſt gebräuchlichen elektriſchen Zündmaſchinen), Aether- und Weingeiſtdämpfe gegeben erſcheint, ſo entzündet ihn ſchon der kleinſte elektriſche Funke, weil die ihn treffende Compreſſionshitze, wo ſie auch ausbricht, in ihm zugleich auch den entzündlichen Stoff antrifft. Daß Harzſtaub, Lycopodiumſaamen ꝛc. ſich durch den elektriſchen Funken leicht entzünden laſſen, wenn ſie auf Baumwolle oder auf Zunderſchwamm verbreitet waren, in beiden Subſtanzen alſo ſchlechte Leiter zur Unterlage hatten, erklärt ſich aus obigem leicht; eben ſo auch, daß erwärmter Brannt-wein, dem an ſeiner Oberfläche entſteigenden Dampfe nach, durch kleine elektriſche Funken leicht entzündet wird, daß Phosphor (beſonders leicht durch den ihn ſchmelzenden Funken einer galvaniſchen Batterie), ſo weit er dichter Dampf iſt, ſchon durch einen mittelmäßigen elektriſchen Funken entflammt werden kann, und mehr dergleichen. Unterläßt man dagegen die Erfüllung obiger Bedingung, ſo vermag man ſelbſt mit dem Funken der kräftigſten elektriſchen Batterie das Schießpulver nur zu zerſtreuen und zu zerwehen, aber nicht zu entzünden.

mitwirkt, folgt unter andern aus Milner's, Gay-Luſſac's ſpäteren und Prieſtley's älteren hieher gehörigen Verſuchen; erſtere ſah nämlich Azotoxydgas „unzerſezt," gläſerne, als ſolche Elektricität ſchlecht leitende, glühende Röhren durchſtreichen, während dieſe Zerſetzung in einer leitenden Röhre (in einem glühenden Flintenlaufe, der jedoch zugleich auf das Oxygen chemiſch anziehend wirkte, und daher, nach dem Verſuche, inwendig mit Roſt überzogen erſchien; Gren's Journ. d. Phyſ. III. 84—86) gänzlich erfolgte, und in Gay-Luſſac's Verſuch, der Azotoxydgas durch an ſich ſchlecht leitende, aber Platindrath enthaltende, glühende Röhren trieb, bis zum Zerfallen in Azotgas und Azotichtſäure führte; Ann. de Chim. et de Phys. I. 394 und Schweiggers Journ. XVII. 236 *). Prieſtley ließ in eine gläſerne Phiole, gefüllt mit über Merkur ſchwebendem Azotoxydgas ununterbrochen elektriſche Funken ſchlagen, und bewirkte ſo Zerſetzung deſſelben in Azotgas, an das Merkur tretendes Oxygen und wahrſcheinlich auch Azotſäure, die von dem alſo gebildeten Merkuroxydul verſchluckt wurde; deſſen Verſ. u. Beob. üb. verſch. Theile der Naturl. I. 55., Van-Marne beſtätigte dieſe Beobachtung; Rozier's Journ. de Phys. XXVII. 150. In wie weit die Kohle, die an ſich (zumal in dem feinzertheilt-verdichtetem Zuſtande, in welchem ſie in dem Schießpulver zugegen iſt) die Elektricität ziemlich gut leitet, in dieſer Leitung durch die phyſiſche Beimiſchung von dem an ſich nicht, d. h. ſehr ſchlecht, leitendem Schwefel und wenig leitendem Salpeter geſchwächt wird? iſt zur Zeit noch nicht beſtimmt, wohl aber iſt es allgemein naturgeſetzlich, daß, während die vollkommenen Leiter durch Erhitzung an Leitungsgüte einbüßen, die unvollkommenen und ſchlechten feſten Leiter und ſog. Iſolatoren hingegen dadurch in gute Leiter verwandelt werden. — Daß der Blitz, atmoſphäriſche Luft durchzuckend, Azotichtſäure erzeugt, kann dieſen Verſuchen nicht zum Einwurfe dienen, da hier der Leiter, längs der Blitzbahn abgeht. Daſſelbe gilt von Cavendiſch's Verſuchen, Azotſäure aus der atmoſphäriſchen Luft mittelſt elektriſcher Funken zu erzeugen, die durch die Luft zur Säure bindenden Alkalilauge fahren. — Dieſe und ähnliche Verſuchsergebniſſe berückſichtigend, liegt die Folgerung ſehr nahe: daß die beim Zerſetzungs-Verbrennen des Schießpulvers entwickelte Elektricität, für die Zerſetzung der Azotſäure weſentlich mitwirkt, dadurch aber zur Beſchleunigung des ganzen Vorganges,

*) Wären die Dräthe feiner und in ſo großer Menge zugegen geweſen, daß ſie den glühenden Theil der Röhre gänzlich füllten, ſo würde wahrſcheinlich ein vollſtändiges Zerfallen auch der Azotichtſäure in ihre Grundbeſtandtheile, A und O, Statt gefunden haben, weil dann die, beim Platinſchwamm als O-Gas verdichtende Wirkſamkeit, zur Scheidung des O vom A durch dieſes phyſiſche Wirken beigetragen haben dürfte.

nun den alſo gereinigten, ſchneeweißen Phosphor in einen, faſt bis zur Hälfte mit friſchem Harne angefüllten, etwa einen Zoll weiten und etwas hohen, flachbodigen Glascylinder, erhizt hierauf deſſen Boden langſam über einem Lämpchen, bis der Phosphor ſchmilzt, entfernt dann das Lämpchen, rührt hierauf den Phosphor (mittelſt eines kleinen Quirls, der durch einen das Glas verſchließenden und in der Mitte durchborten Holzdeckel in die Flüſſigkeit hinabreicht) tüchtig um, und läßt nun, nach Ablauf von ein oder zwei Minuten, d. i. nach Ablauf der zur völligen Feinzerſtiebung des Phosphors erforderlichen Zeit, durch eine zweite Perſon: nach und nach den ganzen übrigen Raum des Cylinders mit möglichſt kaltem Waſſer füllen, ſo bildet der alſo feineſt zertheilte Phosphor eine milchige Flüſſigkeit, die ſich ſelber überlaſſen bleibt, bis ſich aller Phosphor, in Form eines ſchneeweißen kryſtalliniſchen Niederſchlags, zu Boden geſezt hat, wo man dann den Urin vorſichtig abgießt und den Bodenſatz wiederholt mit kaltem Waſſer auswäſcht. Will man dieſes Phosphorpulver aufbewahren, ſo ſchüttet man es in ein Glas, das man nachher mit Weingeiſt füllt, verſchließt und am dunklen Orte aufbewahrt. Böttger a. a. O. S. 62—66. — Statt des Harnes dürfte ein Gemiſch von etwas hinreichend warmer Kochſalzlöſung, der man einige Tropfen Schwefelſäure zugeſezt und die man dadurch mit etwas freier Schwefelſäure geſchwängert hatte, mit gleichem Erfolge verwendet werden können. Der alſo zerſtiebte Phosphor eignet ſich, beſſer wie jeder andere, zum arzneilichen Gebrauche, muß zu dieſem Zwecke jedoch, vor der Bleichung und Zerſtiebung, durch wiederholte Deſtillation (Rectifikation) von Kohle und ähnlichen Verunreinigungen befreit worden, und, erwieſenermaaßen, frei von Schwefel und Arſen ſein; Beimiſchungen, von denen die erſtere abſichtlich Statt zu finden pflegt (da der Schwefelhaltige Phosphor entzündlicher iſt, als der reine, und da ſolche Beimiſchung den Preis des Phosphors beträchtlich mindert), die leztere aber in Folge Arſenichtſäure-haltiger, käuflicher Schwefelſäure, in den Phosphor gelangt. — Der Phosphor wurde durch einen Alchimiſten, Namens Brand, im 16ten Jahrhundert zufällig, und bald darauf wiſſenſchaftlich durch Kunkel von Löwenſtern entdeckt. Jeder dieſer Entdecker ſtellte ihn aus dem Harne, oder vielmehr aus jener trocknen Phosphorſäure des Harnes dar, welche in dem aus gefaultem Harne durch Abdunſten und Abkühlen kryſtalliſirenden phosphorſaurem Ammon-Natron (ſonſt auch mikrokosmiſches Salz genannt) als überſchüſſige Säure dem Natron verbleibt, nachdem das Ammon durch Erhitzung verflüchtigt worden iſt; indem ſie dergleichen unreines, ſaures, phosphorſaures Natron mit Kohle in einer Retorte allmählig bis zum Glühen erhizten, verband ſich das Oxygen aus der überſchüſſigen Phosphorſäure (zum Theil auch aus der an Natron unter deſſen Neutraliſirung

durch Kieſelerde gebundenen) mit dem Carbon der Kohle zu Carbonſäuregas, und mit dem Hydrocarbon derſelben Kohle zu Phosphorhydrocarbongas, und entwich ſo, während der dadurch frei gewordene Phosphorantheil in leuchtenden Dämpfen in die (Waſſer enthaltende) Vorlage überging (Phosphordampf leuchtet auch, und zwar ſtark, im Carbonſäuregas) und ſich hier zu Kohle beigemengt enthaltendem Phosphor verdichtete. Späterhin lernte man die Phosphorſäure wohlfeiler aus der Aſche verbrannter Knochen ziehen; ſeitdem Marggraf, ein ſehr geſchickter Chemiker im Anfange des lezten Drittels des 18ten Jahrhunderts, gezeigt hatte, daß dieſe Aſche dem Hauptantheile nach aus phosphorſaurem Kalk (Kalkphosphat) und kohlenſaurem Kalk (Kalkcarbonat) beſtehe, und daß Zuſatz von Schwefelſäure nicht nur deren Carbonſäure unter Aufbrauſen entwickele und vertreibe, ſondern auch einen Theil der Phosphorſäure frei von Kalk herſtelle, bedient man ſich hauptſächlich der auf dieſem Wege gewonnenen Phosphorſäure, oder vielmehr des dadurch erzielten ſauren, phosphorſauren Kalks (Kalkbiphosphats), der durch Einwirkung der Schwefelſäure — indem dieſe dem Kalkphosphat die Hälfte ſeines Kalks entzieht — gewonnen worden, indem man ihn, zuvor von allem Kalkſulphat (ſchwefelſaurem Kalk oder Gyps) geſchieden, für ſich mit Kohle in irdenen, wohlgebrannten Retorten nach und nach erglüht, und ſo lange glühend erhält, als noch (beſonders anfänglich leuchtende) Phosphordämpfe in das Waſſer der Vorlage übergehen und ſich darin zu gelblichen und röthlichen, Kohle beigemengt enthaltenden Phosphorkörnchen und Stäubchen verdichten. Auch pflegte man, bereits vor Marggraf, den Phosphor aus der Knochenaſche durch Mengen und heftiges Glühen derſelben mit Kohle und Kieſelerde (unter Bildung von ſilicſaurem Kalk, Carbonſäure und Carbonoxydgas, nebſt Phosphorkohlenwaſſerſtoffgas) darzuſtellen, ein Verfahren, das in neueren Zeiten Wöhler beſtätigte, das aber durch die Heftigkeit des geforderten Feuers zu koſtſpielig iſt. Den unreinen Phosphor läßt man unter heißem Waſſer ſchmelzend zu einer Maſſe zuſammenfließen, bringt dieſe in feine Leinwand oder in Sämiſchleder, und preßt ihn durch daſſelbe unter heißem Waſſer. Beſſer iſt es, ihn durch nochmalige Deſtillation, aus einer kleinen Glasretorte mit gläſerner Waſſer-haltiger Vorlage, zu reinigen; alſo gereinigt heißt er rectificirter Phosphor. Da die zur Ausſcheidung der Phosphorſäure aus der Knochenaſche gewählte Schwefelſäure nicht ſelten Arſenichtſäure enthält, in dieſem Falle aber der Phosphor Arſen-haltig ausfällt, ſo muß man dergleichen Schwefelſäuren, bevor man ſie anwendet, mittelſt (Arſen zu gelben Schwefelarſen) fällendem Schwefelwaſſerſtoff reinigen; m. Arch. f. Chem. und Meteorol. IX. Ein mit Schwefel verſezter Phosphor gibt, wenn man eine kleine Menge derſelben mit etwas mäßig ſtarker Azotſäure erhizt, Schwefelſäure-haltige Phosphorſäure,

Chile herbeigeführt, und nicht nur unter der Benennung Chiliſalpeter in den Handel gebracht, ſondern auch viel Kaliſalpeter aus Natronſalpeter dargeſtellt wird, ſo war die Kenntniß eines Verfahrens: die Beimiſchung des lezteren in erſterem mit leichter Mühe ermitteln zu können, wünſchenswerth. Dr. Meyer (Erdmann's und Schweigger-Seidel's Journ. f. prakt. Chem. II. 331) theilt hiezu folgende, auf bekannte Miſchungs-Verhältniſſe ſich gründende, ſtöchiometriſche Regel mit: Man mengt den getrockneten, abgewogenen, in Beziehung auf Natronazotat fraglichen Salpeter mit gleichen Theilen Schwefel und dem Dreifachen ſeines Gewichtes Kochſalzes oder Glaspulvers, und glühet das Gemenge in einem paſſenden (durch leichte Bedeckung gegen Einfallen von Kohlen zu ſchützenden) Schmelztiegel, wo man dann für ein Miſchungsgewicht oder Atom Azotat 1 Atom Sulphat erhält. Man löſ't dieſes rückſtändige Salz in deſtillirtem heißem Waſſer, filtrirt die Löſung, ſpühlt das Filter noch mit ſo viel deſtillirtem Waſſer aus, als nöthig iſt, dieſes rein ablaufen zu machen, und verſezt nun alles geſammelte durchgelaufene Flüſſige ſo lange mit einer heißen *) wäſſerigen Löſung des ſalzſauren Baryts, als dieſe noch weiße Trübung erzeugt; was hiedurch in Form eines weißen, in Waſſer, ſo wie in wäſſeriger Azotſäure unlöslichen Niederſchlags ſich ſenkend ausſcheidet, iſt ſchwefelſaurer Baryt. Man wäſcht dieſen mit deſtillirtem heißem Waſſer wohl aus, ſammelt ihn auf ein tarirtes Druckpapier-Filter, trocknet ihn und wägt ihn noch heiß. War das Azotat reiner Kaliſalpeter geweſen, ſo muß das durch wechſelzerſetzende Fällung erzeugte Barytſulphat, wenn der Salpeter 100 gewogen hatte, 115 wiegen, hingegen mehr, wenn Natronazotat mit im Spiele geweſen; denn 100 Natronazotat geben, ſo wie oben bemerkt, behandelt, ſo viel Natronſulphat, daß durch den ſalzſauren Baryt 136 Barytſulphat zu Stande kommen. Erhält man daher mehr wie 115 Barytſulphat, ſo zieht man von dem gefundenen Gewichte 115 ab, dividirt den Reſt mit 0,21, ſo wird der Quotient die Procente an Natronazotat nachweiſen, die in dem fraglichen Salpeter enthalten waren. Vergl. auch Annalen der Pharmacie XVI. 191.

14) Zuſatz von Kalichlorat (oben S. 448) vermehrt zwar die Menge des Oxygengaſes im verbrennenden Schießpulver, und entläßt dabei kein flammeerſtickendes Gas, wie ſolches bei dem gewöhnlichen nur Salpeter zum Zündſatze beſitzenden Pulver, von Seiten des freiwerdenden Azotgaſes (und, bei ſchlechterem Pulver und nicht gehörig geleiteter Abbrennungs-Bedingung, eben ſo auch vom Azotoxyd- und Schwefelichtſäuregas) der Fall iſt, da es aber mit verſchiedenen brennbaren Materien ſchon durch den Stoß —

*) Heiße Löſungen wechſelzerſetzbarer Salze zerſetzen ſich ſchnell, kalte langſam.

z. B. beim Laden der Feuergewehre — gefahrvoll verpufft und außerdem das Metall des Gewehres oder Geſchützes ſtark (oxydirend) angreift, ſo verwendet man es nicht zur eigentlichen Schießpulververbeſſerung, ſondern, wie ſchon erwähnt (oben S. 450) zur Fertigung von verſchiedenen *Zündmaßen*, ſei es zu *Zündhölzchen* mehrer Arten von *Feuerzeugen*, ſei es zu *Zündkügelchen* und *Zündpulvern* der *Zündhütchen* der *Percuſſions-Gewehre*, oder auch zu mancherlei *Feuerſätzen*. Folgende Vorſchriften können in Beziehung auf dieſe und ähnliche Verwendungen des *Kalichlorat*, als durch mehrjährige Erfahrungen vollkommen erprobt betrachtet werden. 1) *Chemiſche Feuerzeuge*. In Gebrauch genommen ſind vorzüglich folgende: a) *pyrophoriſche*; mehrere derſelben gehören zu den älteſt bekannten *chemiſchen* Feuerzeugen (die von *Fürſtenberg* erfundene elektriſche, ſo wie die *Platinſchwamm-Zündmaſchinen*, oben S. 461 *), gehören nicht zu den

*) *Döbereiner's* Platinſchwamm-Zündmaſchinen ſind neuerlich, durch Hauptmann *Wegelin*, in ſo fern vervollkommnet, als die Entwickelung des Hydrogengaſes mehr geregelt und die Verunreinigung des Platinſchwammes durch die Auflöſungsflüſſigkeit des Zinks verhütet, durch eine ſehr einfache Vorrichtung beſeitigt worden iſt; verbeſſerte Maſchinen der Art fertigt und verkauft der Mechanikus *Ohm* in Minden um drei preußiſche Thaler. Die zur Fällung der zur Platinſalmiak-Bereitung erforderliche Platinauflöſung muß aus Platin dargeſtellt werden, das man zuvor zuerſt mit concentrirter Salzſäure, dann mit concentrirter Salpeterſäure ausgekocht hatte, um es möglichſt von fremden, leicht oxydirbaren Metallen zu befreien; man muß die Fällung der hierauf mit reiner Salpeterſäure bereiteten, geſättigten, bis zur Salzdicke eingedunſteten, dann mit etwas Azotſäure verſezten und wieder eingedunſteten Platinauflöſung mit einer vollkommen geſättigten Löſung chemiſch reinen Salmiaks bewirken, zuvor jedoch die Platinauflöſung von dem entſtandenen trüben Bodenſatze klar abgießen, ſie mit etwas deſtillirtem Waſſer vermengen, und beide Flüſſigkeiten, die Platinauflöſung und die Salmiaklöſung, zuſammengießen, die eine allmählig der anderen zugeſellend. Der hiedurch gewonnene, ſchön citrongelbe Niederſchlag (d. i. der hiedurch gefällte Platinſalmiak) wird nun mit 80 Procent Weingeiſt enthaltendem Alkohol einmal bis zum gelinden Wallen erhizt, dann die im Ueberſchuß zugeſezte Salmiaklöſung, durch vorſichtiges Abgießen entfernt, der Niederſchlag in ein Filter geſammelt, nach und nach, mit vollkommen kaltem Waſſer, ausgeſüßt und endlich mit etwas wäſſerigem Ammon (mit ſog. ätzendem Salmiakgeiſt) betröpfelt. Getrocknet wiegt dieſer Niederſchlag nur etwa dreimal ſo viel, als die zum Auflöſen verwendeten Platinſpähne gewogen hatten. Vergl. Dr. *Böttiger's* Beiträge zur Phyſik und Chemie. (*Frankfurt* a. M. bei H. L. *Brönner*. 8.) S. 52 ff. „Den Platinſalmiak," bemerkt B. weiter, „pflege ich ſtets mit einem Holzſtäbchen auf *höchſt feinen*, um einen Ring von dünnem Eiſendrath gewickelten Platindrath, der ſich vorn in einige größere *Windungen* oder *Gekräuſel* endigt, aufzutragen; dann laſſe ich die Maſſe *langſam* (weil durch ſchnelle Erhitzung einige reducirte Platintheilchen zugleich mit dem verflüchtigten Salmiak mit fortgeriſſen werden) an der Spiritusflamme trocken werden, und glühe ſie hierauf nach und nach, ohne mich des Löthrohrs dabei zu bedienen (von dem Schreiber dieſes zu dieſer Verrichtung auch nie Gebrauch zu machen nöthig fand), an der Flamme einer mit einem reinen Dochte verſehenen gewöhnlichen Spirituslampe aus. Iſt durch die Hitze aller Salmiak verflüchtigt und hängt die weißgraue Platinmaſſe unter ſich am Drathe feſt zuſammen, dann erſt beſtreiche ich ebenfalls die von der Hauptmaſſe

chemiſchen, ſondern zu den phyſiſchen Feuerzeugen); b) phosphoriſche, und c) Kalichlorat- oder Zündſalz- oder Knallſalz-Feuerzeuge (Alumettes oxygenées). Die pyrophoriſchen Feuerzeuge beruhen auf ſog. Selbſtentzündung, Kalin (Kalium) haltiger Kohlegemiſche; die phosphoriſchen, auf Entzündung ſehr fein zertheilten Phosphors durch Reibungs-Elektricität und Reibungs-Wärme, von denen die erſtere unter andern im beträchtlichen Grade entwickelt wird, wenn der reibende Körper aus Schwefel (z. B. gewöhnlicher Schwefelhölzchen) beſteht. Die kalichloratiſchen endlich auf Zerſetzung der, aus 2 Atomen Chlor (Ch oder Cl) und 5 Atomen O zuſammengeſezten Chlorſäure (= $Ch_2\ O_5$). Dieſe Zerſetzung tritt ein: in Folge der hiebei auf mehrfachem Wege vor ſich gehenden Erhitzung; denn nicht nur wird Hitze erzeugt durch die Verbindung der Schwefelſäure mit dem Kali (gemäß dem Geſetze: wo ſich chemiſch gegenthätige Materien ausgleichend verbinden, erfolgt, auch wenn deren Wärmefaſſungen ſich dadurch nicht merklich mindern, Wärme-Erregung), ſondern auch durch die unmittelbar hierauf beginnende Verbrennung des Schwefel's (S), Zucker's, Gummi's ꝛc. Die Folgen dieſer beiderlei Hitze-Entwickelungen zeigen ſich deutlich im Verlauf der ſämmtlichen Theile jener Entzündungs- und Verbrennungs-Erſcheinungen, welche das Entflammen des Zündhölzchens bedingen, hervorgehen machen und geleiten. Zuvörderſt zerfällt nämlich die Chlorſäure (gemäß dem Geſetze der chemiſchen Vertheilung oder Polariſirung *) in Oxychlor-

---

etwas abſtehenden und aus derſelben hervorragenden zwei oder drei Platingewinde, welche die Vorderſeite des Schwammes bilden, mit Platinſalmiak (nachdem ich zuvor die bereits ausgeglühete poröſe Platinmaſſe mit äußerſt wenig deſtillirtem Waſſer befeuchtet), und glühe dieſe auf dieſelbe Weiſe langſam aus. Hiebei drehe ich den Schwamm ſo, daß der Rauch des ſich verflüchtigenden Salmiaks nicht die hinter dem Gekräuſel ſich befindende Platinmaſſe zu durchdringen genöthigt iſt, ſondern halte dieſe unmittelbar über die Flamme und das auszuglühende Gekräuſel nach oben. — Ein Schwamm, dem dieſe wenigen Drathgewinde (das erwähnte Gekräuſel) vorn fehlen, wird zwar durch den Hydrogengasſtrom roth glühend, bewirkt aber kein augenblickliches Entzünden des Gaſes; nur wenn das Hydrogen anhaltend und ſtoßweiſe darauf geleitet wird, pflegt er es, und zwar in dieſem Falle, mit einem ganz ſchwachen Knalle zu entzünden, während der mit Drathgewinden verſehene unmittelbar das Gas entzündet." — „Zur Verpackung der Schwämme eignet ſich beſonders ganz reine Baumwolle, keineswegs aber die etwas thieriſches Fett enthaltende Schafwolle." — Vergl. oben S. 461. — Ueber die oben erwähnte Entzündung durch elektriſche Funken ſiehe auch Böttiger a. a. O. S. 66 ff.

*) Dem zufolge nicht nur durch gleichzeitige, von entgegengeſezten Richtungen her einwirkende elektriſche Erregungen, ſondern auch ſehr häufig, vorzüglich bei organiſchen Verbindungen (bei Bildungstheilen), lediglich in Folge der durch Erhitzung bewirkten ungleichen Steigerung der Wärme-Capacitäten der einzelnen Beſtandtheile chemiſch, oder ſtatt deſſen organiſch zuſammengeſezter Materien — oben S. 310 ff. — in chemiſche Gegenſätze — d. h. in einander chemiſch entgegengeſezte Grundſtoffe oder Grundſtoffverbindungen — auseinander treten; wie denn auch

erſtere (die Carbonſäure) entweicht, während die leztere ſich des noch unzerſezten Kali-Antheils bemächtigen, damit Kali-Oxalat und Kali-Kroconat darſtellend. Wahrſcheinlicher aber als dieſe Anſicht von dem Vorgange iſt jene, welche aus Dr. Heller's hieher gehörigen Verſuchen, die ihn zur Entdeckung der mit Metalloxyden mehr oder weniger tief rothe Salze erzeugende und daher Rhodizonſäure genannten Säure führt, abgeleitet werden kann, und derzufolge Kali mit hinreichender Kohle geglühet, durch die Kohle ſeines Oxygenes beraubt, in Kalin und der Kohle zu Theil gewordenes Oxygen auseinandertritt, das aber, vom O befreiet, ſogleich wieder in dem CO einen neuen, das ehemals mit ihm verbundene O vertretenden „zuſammengeſezten" Grundſtoff, oder, wie ich dergleichen Grundſtoffverbindungen (welche wirken, als ob ſie ſelbſt einzelne Grundſtoffe wären) nannte: ein Einungsgemiſch (ſ. m. Grundz. I. 506, 777 ff.) vorfindet, das es einſaugt und mit dem es ſich zu einer grauen (und bei Mitaufnahme von noch 1 Atom C. der Kohle zu einer ſchwarzen) bei der Deſtillation des Kali mit Kohle, neben den grünen Kaliumdämpfen, graue Nebel bildenden Verbindung eint, die ſich ſowohl mit mehr Kohle zu vermiſchen (oder vielmehr zu verbinden) vermag (wie ſolche Vermiſchung und Verbindung in den oben erwähnten Alaun- und Kali-Pyrophoren vorliegt), als auch der phyſiſchen Vereinigung mit Kalin (K) ſich fähig zeigt, und in dieſem Falle: in Flamme ausbrechende kohlige Pyrophore gewährt, und eben ſo O-Gas aus der Luft (und Falls es K eingeſogen hatte, zu Gunſten desſelben, oder vielmehr, zu Gunſten der Wiedererzeugung von Kali aus ſolchem Kalin *) und dem Oxygen, aus dem Waſſer, unter Hydrocarbongas-Entwickelung) einſaugt, und ſich damit zu Oxalſäure und Krokonſäure verbindet; indem das CO-Gas, der auf frühere Verſuche geſtüzten Folgerung Gay-Luſſac's entgegen, durch K nicht zerſezt wird, ſondern ſich vielmehr, wie Liebig 1835 zeigte, mit CO zu einer beſonderen, weder baſiſchen noch ſauren chemiſchen Verbindung eint, in der das CO, oder in dieſer Verbindung zweckmäßiger bezeichnet durch OC, oder Oxycarbon gegen das K das dieſem, in Beziehung auf Kalibeſtand fehlende O vertritt. Es binden nämlich, auf ſolchem Wege 2 Atome K, 7 Atome OC; kommt nun Waſſer hinzu, ſo wird dieſes durch die 2 Atome K dergeſtalt zerlegt, daß 2 Atome Waſſer eben ſo viele Atome O entzogen (und mit den beiden Atomen K zu 2 Atome KO oder 2 Kali verbunden) und 4 Atome H frei werden, die jedoch

---

*) Den Ausdruck Kalin gebrauchte, zur Vermeidung der lateiniſchen Endigung, ſtatt Kalium zuerſt Gehlen (was ich erſt vor Kurzem fand), dann Lampadius, hierauf der Verfaſſer dieſer Einleitung.

($= Ch_2O_3$), in deren Ch und O ſich dann der Schwefel theilt. In neueren Zeiten hat man nämlich auch Phosphor-Kalichlorat-Feuerzeuge, oder vielmehr Zündhölzchen gefertigt, die nur eines gelinden Druckes oder mäßiger Reibung bedürfen, um durch Reibungswärme entzündet zu werden, eben darum aber ſehr gefährlich ſind, und weit eher, als die minder gefährlichen gewöhnlichen Kalichlorat-Feuerzeuge Frachtwägen, Schiffe und dergl. leicht in Brand ſetzen können, weßhalb ſie polizeilich verboten werden ſollten. Nach folgenden Vorſchriften arbeitend, wird man obige chemiſche Feuerzeuge leicht bereiten können. Man fertigt zunächſt die dazu erforderlichen Hölzchen aus Tannenholz, das man gemeinhin mittelſt einer Maſchine in dergleichen Hölzchen zerſchneidet, taucht deren eines Ende zuvörderſt in geſchmolzenen Schwefel, dann aber, nach deſſen vollſtändiger Erkaltung, in einen Brei aus fein zerriebenem Kalichlorat, einem fein zerriebenen brennnbaren, einem dergleichen klebenden und einem gleichfalls zuvor fein zerſtiebten färbenden Stoffe, wie nachſtehende Gewichtsverhältniſſe beiſpielweiſe darthun mögen:

α) Durch Schwefelſäure entflammbare Zündhölzer (Alumettes oxygenées) 30 Kalichlorat, 8 Zucker, 5 arabiſchen Gummi, ſo viel Waſſer, daß alles mit demſelben verrieben einen nicht zu dünnen Brei gibt, den man nun mit 12—15 fein geſchlemmten Schwefel innigſt verreibt, und dem man endlich ſo viel Zinnober oder ſog. Spießglanzgoldſchwefel (d. i. Stib- oder Antimon- oder Spießglanz-Thionid) zuſezt, bis er eine angenehme rothe oder röthlichgelbe Farbe darbietet. In dieſen Brei taucht man nun das zuvor Schwefelbekleidete Hölzchenende, ſo weit deſſen Schwefel reicht, zieht es heraus und läßt es trocknen. Man kann dann deutlich die rothe obere von der gelben unteren Schicht unterſcheiden. Oder 8 Kalichlorat, 4 Zucker, 4 Schwefel und 2 Zinnober, mit geſättigter wäſſeriger Löſung von arabiſchem Gummi, oder mit Tragantſchleim zum dicken Breie abgerieben ꝛc., oder 60 Kalichlorat, 14 wohlgeſchlemmten Schwefels, 14 gepulvertes Benzoeharz und ſo viel Zinnober, als die Maſſe zur Röthung heiſcht, nebſt Schleim; oder 30 Kalichlorat, 10 Schwefel, 8 Zucker, 5 Gummi, und ſo viel Waſſer und Zinnober, daß es einen zähen rothen Brei gewährt; oder 6 Kalichlorat, 1 Schwefel und ein Kohlenpulver, nebſt nöthigem Schleim; oder endlich, am meiſten koſtſpielig, nur aus 4 Kalichlorat und 1 Zinnober, nebſt erforderlicher Gummilöſung. Nicht ſelten taucht man die Hölzchen mit ihrem einen Ende 1—2 Linien weit auch in den gefärbten Brei, ohne ſie zuvor mit Schwefel zu überziehen; in jedem Fall müſſen aber die Hölzchen recht wohl getrocknet ſein, bevor man ſie eintaucht, und nach dem Eintauchen getrocknet und in Papierkapſeln geſteckt und verpackt, müſſen dieſe an trockenen Orten aufbewahrt bleiben, damit die

bricht; der eine der auf ſolche Weiſe hindurchgehenden Strahl erſcheint nämlich **blau**, der andere hingegen **orange**; m. Grundz. II. 435. — Der **Kali-Alaun-Pyrophor**, indem er Oxygen der Luft einſaugt, entwickelt er Carbonſäure, aber auch Schweflichtſäure, was beweiſet, daß er, der Schwefelſäure des Alauns entſtammenden **Schwefel**, mithin wahrſcheinlich außer dem **Oxycarbon-** (oder vielmehr Suboxycarbon-) **Kalin** auch **Kalinthionid** (oder „Kalinſulphid," d. i. Schwefelkalium oder geſchwefeltes Kalium), oder ſtellt er vielleicht eine Verbindung von **Carbonſubſulphür** (d. i. mit Kohlenſtoff überſezter **Anthrathion** oder Schwefelkohlenſtoff) mit Suboxycarbon-Kalin dar? Der nur aus Kalicarbonat und Kohle bereitete Pyrophor iſt begreiflich frei von der Schwefelverbindung, und ſtellt muthmaßlich, wenn zu ſeiner Bereitung nicht zu wenig Kohle verwendet worden war, eine kein freies Kalin enthaltendes phyſiſches Gemiſch von Suboxycarbon-Kalin und Oxycarbon-Kalin dar. Beide Arten von Selbſtzünder verbrennen im O-Gaſe mit lebhafter, glänzender und röthlicher, oder röthlich purpurner Flamme. Ein **Alaun**, der kein feuerbeſtändiges, leichtlösliches Alkali (Laugenmetalloxyd), alſo weder Kali noch Natron, ſondern ſtatt deſſen **Ammon** enthält, gibt keinen Selbſtzünder. Daß aber bei dieſem, wie bei allen **Kohle** haltigen Pyrophoren, die Kohle ſelbſt, mit ihrer Oxygenverdichtung, weſentlich und hauptſächlich beiträgt, beweiſet ſowohl die Selbſtentzündung in Maſſe aufgehäuften, fein zertheilten (zur Schießpulverbereitung beſtimmten) Kohlenſtaubes, als, entſcheidender noch, jene der verkohlten Weinſäure, Citronſäure ꝛc. des verkohlten weinſauren, citronſauren Bleihyperoxyds, oder des mit Zucker vermengten und bis zu deſſen Verkohlung erhizten Bleihyperoxyds; wie denn auch der mit Zucker bereitete Alaunpyrophor zu den wirkſamſten Selbſtzündern gehört. Reibt man 1 Atom, d. i. $2^1/_3$ Gewichtstheile reine, ihres Kryſtallwaſſers beraubte, völlig trockene, ſtaubig zertheilte **Weinſäure** mit 2 Atomen, d. i. mit 8 Gewichtstheilen trockenem, braunem **Bleihyperoxyd** zuſammen, ſo tritt, wie **Walker** zuerſt erwähnte, binnen Kurzem ein ſehr **lebhaftes, lange andauerndes Erglühen** der ganzen Maſſe ein. Wendet man ſtatt der trockenen, **kryſtalliniſche** Weinſäure an, ſo erfolgt nur Temperatur-Erhöhung, die zulezt ſchwaches Ziſchen und Aufblähen, aber nie Entzündung der Maſſe im Gefolge hat. Bringt man hingegen dieſes leztere Gemenge in eine, an dem einen Ende zugeſchmolzene Glasröhre, erhizt dieſe über der Spirituslampe mit doppeltem Luftzug, bis ſich die Maſſe nicht mehr blähet, glühet ſie dann ſo lange aus, bis der Glasmündung kein Rauch mehr entſteigt, und verſchließt hierauf das Glas ſorgfältig mit paſſendem Kork, ſo hat man einen Pyrophor, der gar nichts zu wünſchen übrig läßt, indem ſchon jedes Staubtheilchen deſſelben erglüht, ſo wie es die ſelbſt mehr denn eiskalte Luft

berührt. Auch 1 Gewichtstheil Zucker, ſtatt der Weinſäure, mit 2 Bleihyperoxyd alſo behandelt gibt einen trefflichen Selbſtzünder; Böttger a. a. O. S. 19 ff. — Ein ſelbſtentzündliches Phosphorgemenge, bereitet durch möglichſt vollkommenes Durcheinanderbewegen von 1 Gewichtstheil Phosphor, 2 Bergöl, ¼ gelbes Wachs und ¼ feinſten Korkpulvers, beſchreibt Eduard Bendix in Schweigger-Seid. Journ. L. X. 129 ff. Man füllt damit einen wohlſchließenden, meſſingenen, Butterfaß-ähnlichen Hohlcylinder zur Hälfte, oder beliebig faſt ganz, erwärmt denſelben bis zum Schmelzen des Phosphors und arbeitet die ganze (durch die Butterfaßähnliche Einrichtung gegen den Zudrang der Luft geſchützte) Maſſe, während ſie erkaltet, wohl durcheinander, ſo daß der Phosphor auch nach dem Erkalten in der bewirkten, möglichſt weit getriebenen Zertheilung beharren muß. Nach völligem Erkalten ſchraubt man den oberen Cylinderboden ab (bringt ihn, nebſt dem vor dem Aufſchrauben in die Höhe gezogenen Stempel, unter Waſſer), ſezt an deſſen Stelle ſchnell einen bereit liegenden, undurchlöcherten Stempel auf das geöffnete Gefäß, es ſo von Neuem luftdicht verſchließend u. ſ. f. und entleert nun den Inhalt des Cylinders in ein Glasfläſchchen. Das alſo bereitete Gemenge entzündet ſich, bei einer mittleren Luftwärme von 15—17° R. (= 18°,75 bis 21°25 C.) von ſelber, und auch bei ſtrenger Winterkälte reicht bloßes Anhauchen hin, es zu entzünden, Wohl, jedoch nicht ängſtlich verwahrt, kann es Jahre lang als Feuerzeug dienen.

δ) Zündkügelchen, Zündkraut oder Zündpulver der Zündhütchen zu Flinten mit ſog. Percuſſionsſchlöſſern, oder zu ſog. Percuſſionsgewehren. Riffault ließ Schießpulver anfertigen, das ſtatt Salpeter Kalichlorat enthielt; 92 Grammen deſſelben wurden, in einem franzöſiſchen Schießpulver-Probirmörſer, hinſichtlich der Wirkſamkeit geprüft; obgleich das Pulver weder gehörig gekörnt, noch vollſtändig getrocknet worden war, warf es die Kugel dennoch 381 Metres weit und mit ſolcher Gewalt, daß ſie, fallend, tief in die Erde getrieben ward und nur mit Mühe gefunden und wieder hervorgeholt werden konnte; eine gleiche Menge gewöhnlichen guten Schießpulvers, in demſelben Mörſer gegen dieſelbe Kugel in Wirkſamkeit verſezt, warf die Kugel kaum 187 Metres weit. Wie bereits erwähnt (oben S. 493, Zuſ. 14), hielt aber dieſes günſtigen Erfolges ungeachtet, die Gefährlichkeit der Bereitung und der Behandlung ſolchen Kalichlorat-Schießpulvers von deſſen Verwendung für Geſchütz und Feuergewehre ab, hingegen benuzte man ein demſelben ähnliches Gemenge, genannt Berthollet'ſches Zündpulver (der verewigte Berthollet der Aeltere lehrte zuerſt das Kalichlorat darſtellen und ſeinen Hauptverhalten nach kennen) als Zündpulver in denen, zuerſt von Contriner in Wien verfertigten „Flintenſchlöſſern ohne Feuerſtein", die man eine Zeit hindurch chemiſche

waſſerarme Schwefelſäure angewendet werden kann, iſt bereits früherhin (S. 333 ff.) bemerkt worden; in dieſem Falle muß man aber ſtatt des hölzernen einen aus drei, unten auswärts gerichteten Glasſtäben und einem hölzernen Ringe, der ſie oben vereint, beſtehenden Dreifuß anwenden. Indeſſen iſt der Kalk wohlfeiler und wirkſamer, wie er denn auch bei zufälligem Erſchüttern (z. B. beim Abheben der Glocke) nicht leicht Beſchädigungen herbeiführt, welche beträchtliche Nachtheil im Gefolge hätten.

β) Durch Reibung (Druck und Stoß) entflammbare Feuerzeuge. Es bedarf bei dieſen, wie in der Regel auch bei den vorigen, nur der Entzündung des kleinſten Stäubchens des zündbaren Gemenges, um durch die dabei entwickelte Wärme ſogleich die ganze Maſſe der entzündlichen Subſtanz das Zündhölzchen in Brand zu ſetzen. Ohne Ausnahme gilt dieſes von den zuvor erwähnten, von Weinitz in Berlin erfundenen, durch v. Romer in Wien verſtärkten, durch Streichen entzündbaren Hölzchen, in deren Zündmaſſe 12 Gewichtstheile fein zerriebenen Kalichlorats und vier roben Schwefelſtibs und 3 in Waſſer gelöſten Thierleims vereint ſind. Man vermengt zunächſt die zähe Tiſchlerleimlöſung mit dem Schwefelſtibpulver (nebſt etwas Zinnober) innigſt, ſezt dann das Kalichloratpulver zu und taucht in dieſe Maſſe das unten platte Schwefelhölzchen nur ſo weit, daß 3—4 Linien vom Schwefel frei bleiben. Man ſtreicht ſie, Behufs der Entzündung, zwiſchen ſog. Sandpapier, d. i. mit Glaspulver und Leimlöſung beſtrichenen Papier; ſ. m. Grundz. II. 426. Sie entzünden ſich leicht durch Stoß, Druck ꝛc., jedoch weit leichter, wenn ſie etwas fein zertheilten Phosphor enthalten, in welchem Falle ſie höchſt gefährlich ſind; ſ. oben. Fügt man derſelben Maſſe etwas Knallmerkur zu, ſo gibt dieſes den Stoff zu den Knallfidibus, die durch Umknicken oder durch Zwicken mit einem Zängelchen, unter Verknallung ſich entzünden. Minder und bei einiger Vorſicht gar nicht gefahrvoll ſind die ehemals vorzugsweiſe gebräuchlichen eigentlichen Phosphorfeuerzeuge, zu deren Fertigung man ſonſt gewöhnlich Fläſchchen von Glas oder Blei zur Hälfte mit Phosphor füllte, den man unmittelbar zuvor mit Fließpapier wohl abgetrocknet hatte, und den man gleich darauf dadurch anzündete, daß man ihn mit einem heißen Eiſenſtäbchen ſchmolz und ſo lange umrührte, bis die Flamme von ſelber erloſch; die dadurch gewonnene Maſſe war dann ein mehr oder weniger inniges Gemenge von ſehr fein zertheiltem Phosphor, rothem Phosphoroxyd und weißer Phosphorichtſäure, die aber nach und nach in Phosphorſäure überging. Mit dem Schwefelende eines Schwefelhölzchens ſtark berührt, und dieſes dann an einen Kork lebhaft gerieben, entzündet ſich der dem Hölzchen anhängende Phosphor, und ſezt ſo den Schwefel des Hölzchens in Brand, was jedesmal ſtattfindet, wenn man Schwefel und Phosphor zuſammenreibt, theils

weil die Reibungswärme hinreicht, den Phosphor zu ſchmelzen, theils weil ſich geſchmolzener Phosphor mit Schwefel unter ſtarker gegenſeitiger Elektriſirung vereinen, ſo daß die dadurch entwickelte Elektricität die Wärme in ihrer Wirkung unterſtützt. Dieſe Art von Elektricitäts-Erregung iſt beſonders ſtark, wenn Phosphor und Schwefel unter Waſſer erhitzt werden; durch leuchtende heftige Exploſion ſich kund gebend, bewirkt ſie dann lebhafteſte Waſſerzerſetzung, während ſie, wenn beide Stoffe unter ſchon zuvor mäßig erhiztem Waſſer zuſammengerieben werden, zwar auch, jedoch ohne Verknallung, die Zerſetzung eines Theiles dieſes Waſſer dergeſtalt zur Folge hat, daß der hiebei elektronegativ thätige Schwefel das ihm elektropoſitiv gegenthätige Hydrogen, der elektropoſitiv wirkſame Phosphor dagegen das gegen ihn elektronegativ miſchungsthätige Oxygen in ſich aufnimmt. Um die urſprüngliche Feinzertheilung des Phosphors zu begünſtigen, verbeſſerte man ſpäterhin dieſe Art von Phosphorfeuerzeugen dadurch, daß man gebrannte Magneſia, d. i. ſäurefreier Magnit oder Magniumoxyd (auch Bittererde oder Talkerde genannt) dem geſchmolzenen Phosphor auf's innigſte beimengte, um ſo die entſtandenen Säuren (zu denen außer der Phosphorichtſäure und Phosphorſäure auch etwas Schweflichtſäure gehört), unmittelbar nach ihrem Gewordenſein, ſogleich einzuſaugen und chemiſch zü binden, was um ſo mehr nöthig iſt, da die Phosphorſäure ſtark feuchtziehend iſt, und durch ſie die Oberfläche der Phosphormaſſe ſehr bald mit einer Feuer-löſchenden Materie überzogen erſcheinen würde; das erzeugte Magnitphosphat (phosphorſaurer Magnit) zieht die Luftfeuchte nicht, oder wenigſtens nicht viel ſtärker an, als der Phosphor ſelbſt. Lange Zeit hielten übrigens mehrere Chemiker dafür, daß nicht ſowohl der Phosphor, als das beim Schmelzen und Umrühren deſſelben entſtandene rothe Oxyd der eigentlich zur Entzündung gelangte Stoff dieſer Art Feuerzeuge ſei; eine Meinung, die jedoch alle hieher gehörigen Erfahrungen gegen ſich hatte, da man weiß, daß z. B. beim Verbrennen überſchüſſigen Phosphors im Oxygengaſe das dabei entſtehende rothe Oxyd unverbrannt zurückbleibt, und daß dieſes Oxyd überhaupt ſchwer entzündlich iſt. Neuere Beobachtungen haben gezeigt, daß es, in jenen Phosphorfeuerzeugen, nur als den Phosphor zertheilende Subſtanz mitwirkt, und eben ſo gut durch jeden anderen, weder vom ſchmelzenden Phosphor noch vom Schwefel chemiſch angreifbaren Stoff, z. B. von trockener Siliceſäure (Kieſelerde) vollkommen vertreten werden kann. Je feiner übrigens der Phosphor zertheilt worden, um ſo wirkſamer ſind die ihn enthaltenden Feuerzeuge; theils, weil der feineſt zertheilte Phosphor die meiſten Berührungspunkte darbietet, theils, weil er das atmoſphäriſche Oxygengas mehr um ſich herum verdichtet, als der gröber zertheilte. Schon einmal gebrauchte Schwefelhölzchen dürfen nicht zum zweitenmal gegen die Phosphormaſſe

vollkommen fertig, nämlich ſchon geſtreckt zu erzeugen geſtattete, während die Hütchen der früheren Vorrichtungen auf einer gewöhnlichen einſlötigen Maſchine erſt geſtreckt werden mußten. Gegenwärtig arbeitet man, zu gleichem Zwecke, mit einer zweiſlötigen Maſchine, die Hebel, Schwungrad, Streckpreſſe und doppelte Bewegung vereint, um ſo die Hütchen bis zur Füllung fertig herzuſtellen. Zählung und Füllung der Hütchen erfolgt mittelſt Vertiefungen; ſie fallen kraft ihrer eigenen Schwere ſtets in beſtimmter Zahl, mit nach Oben gerichteten Oeffnungen, in dieſe Vertiefungen hinein, gelangen von da unter das Pulverſieb, empfangen hier (jedes derſelben) nur die genau abgemeſſene Menge Zündmaſſenpulver und nie mehr; 100 Hütchen werden hier gleichzeitig, lediglich in Folge einer augenblicklichen Verſchiebung, gefüllt. Zur Bereitung des Knallmerkurs und zu deſſen Trocknung dient übrigens ein nur hiezu beſtimmtes, von den anderen Arbeitsſtätten und Wohnungen vollkommen geſondertes Gebäude. — Von Zeit zu Zeit ſind jedoch Entladungen von Percuſſionsflinten vorgekommen, welche bei deren Gebrauch zur großen Vorſicht auffordern, vergl. des Apotheker Wittmann zu Vorchheim hieher gehörige Mittheilung in Buchner's Repert. f. d. Pharmacie X., S. II. 148 ff. Es erfolgen nämlich, wenn man dergleichen geladene Gewehre, zumal an feuchten Orten, längere Zeit ſtehen läßt, Selbſtentladungen derſelben, wie es ſcheint: durch den Druck, der durch entſtehende Kryſtalliſation und daraus erwachſene Ausdehnung zu Stande kommt (das Knallmerkur verknallt auch feucht durch Druck), vielleicht durch Raum heiſchende Oxydation oder Stoßung befördert und durch: beim Kryſtalliſiren entwickelte Elektricität begünſtigt wird; denn auch das Knallmerkur läßt ſich, im metallenen Löffel gehalten, durch geringſtes Drehen der Scheibe einer mäßig wirkſamen Elektriſirmaſchine, in einer Ferne von 12—50 Fuß von derſelben, verpuffen. Indeſſen reicht ſchon jener Ausdehnungsdruck zur Erklärung ſolcher Selbſtentladungen hin, wenn man erwägt, daß der Raum, in dem das Zündkügelchen liegt, dieſem durch jene Kryſtall- und Oxydbildungen hinreichend beengt wird, um (Falls der Hahn ſcharf aufdrückt und die Hülſe vielleicht außerdem noch ſich feſtgeklemmt hat) das Zündkügelchen bis zum Verknallen zu preſſen. Mit aufgelöſ'tem Wachs überzogene Zündkügelchen würden wenigſtens der kryſtalliniſchen Ausſcheidung von Knallmerkur oder von Salpeter nicht unterworfen ſein, und ſowohl den Einfluß der Elektricität, als auch jenen der Feuchtungs-Adhäſionswärme *) nicht ausgeſezt ſein **).

---

*) Werden fein zertheilte, Luftfeuchte anziehende Körper wohl ausgetrocknet und dann genäßt, ſo erwärmen ſie ſich; z. B. Mehl, das mit Waſſer zum Teige angeknetet wird ꝛc.; vergl. oben S. 86 ff. und 325 ff.

**) Bei der peinlichen Gerichtspflege kann der Fall vorkommen und iſt ſchon zum Oeftern vorgekommen, daß es wichtig iſt, zu ermitteln: ſeit wann ein

nun den alſo gereinigten, ſchneeweißen Phosphor in einen, faſt bis zur Hälfte mit friſchem Harne angefüllten, etwa einen Zoll weiten und etwas hohen, flachbodigen Glascylinder, erhizt hierauf deſſen Boden langſam über einem Lämpchen, bis der Phosphor ſchmilzt, entfernt dann das Lämpchen, rührt hierauf den Phosphor (mittelſt eines kleinen Quirls, der durch einen das Glas verſchließenden und in der Mitte durchborten Holzdeckel in die Flüſſigkeit hinabreicht) tüchtig um, und läßt nun, nach Ablauf von ein oder zwei Minuten, d. i. nach Ablauf der zur völligen Feinzerſtiebung des Phosphors erforderlichen Zeit, durch eine zweite Perſon: nach und nach den ganzen übrigen Raum des Cylinders mit möglichſt kaltem Waſſer füllen, ſo bildet der alſo feineſt zertheilte Phosphor eine milchige Flüſſigkeit, die ſich ſelber überlaſſen bleibt, bis ſich aller Phosphor, in Form eines ſchneeweißen kryſtalliniſchen Niederſchlags, zu Boden geſezt hat, wo man dann den Urin vorſichtig abgießt und den Bodenſatz wiederholt mit kaltem Waſſer auswäſcht. Will man dieſes Phosphorpulver aufbewahren, ſo ſchüttet man es in ein Glas, das man nachher mit Weingeiſt füllt, verſchließt und am dunklen Orte aufbewahrt. Böttger a. a. O. S. 62—66. — Statt des Harnes dürfte ein Gemiſch von etwas hinreichend warmer Kochſalzlöſung, der man einige Tropfen Schwefelſäure zugeſezt und die man dadurch mit etwas freier Schwefelſäure geſchwängert hatte, mit gleichem Erfolge verwendet werden können. Der alſo zerſtiebte Phosphor eignet ſich, beſſer wie jeder andere, zum arzneilichen Gebrauche, muß zu dieſem Zwecke jedoch, vor der Bleichung und Zerſtiebung, durch wiederholte Deſtillation (Rectifikation) von Kohle und ähnlichen Verunreinigungen befreit worden, und, erwieſenermaaßen, frei von Schwefel und Arſen ſein; Beimiſchungen, von denen die erſtere abſichtlich Statt zu finden pflegt (da der ſchwefelhaltige Phosphor entzündlicher iſt, als der reine, und da ſolche Beimiſchung den Preis des Phosphors beträchtlich mindert), die leztere aber in Folge Arſenichtſäure-haltiger, käuflicher Schwefelſäure, in den Phosphor gelangt. — Der Phosphor wurde durch einen Alchimiſten, Namens Brand, im 16ten Jahrhundert zufällig, und bald darauf wiſſenſchaftlich durch Kunkel von Löwenſtern entdeckt. Jeder dieſer Entdecker ſtellte ihn aus dem Harne, oder vielmehr aus jener trocknen Phosphorſäure des Harnes dar, welche in dem aus gefaultem Harne durch Abdunſten und Abkühlen kryſtalliſirenden phosphorſaurem Ammon-Natron (ſonſt auch mikrokosmiſches Salz genannt) als überſchüſſige Säure dem Natron verbleibt, nachdem das Ammon durch Erhitzung verflüchtigt worden iſt; indem ſie dergleichen unreines, ſaures, phosphorſaures Natron mit Kohle in einer Retorte allmählig bis zum Glühen erhizten, verband ſich das Oxygen aus der überſchüſſigen Phosphorſäure (zum Theil auch aus der an Natron unter deſſen Neutraliſirung

durch Kieſelerde gebundenen) mit dem Carbon der Kohle zu Carbonſäuregas, und mit dem Hydrocarbon derſelben Kohle zu Phosphorhydrocarbongas, und entwich ſo, während der dadurch frei gewordene Phosphorantheil in leuchtenden Dämpfen in die (Waſſer enthaltende) Vorlage überging (Phosphordampf leuchtet auch, und zwar ſtark, im Carbonſäuregas) und ſich hier zu Kohle beigemengt enthaltendem Phosphor verdichtete. Späterhin lernte man die Phosphorſäure wohlfeiler aus der Aſche verbrannter Knochen ziehen; ſeitdem Marggraf, ein ſehr geſchickter Chemiker im Anfange des lezten Drittels des 18ten Jahrhunderts, gezeigt hatte, daß dieſe Aſche dem Hauptantheile nach aus phosphorſaurem Kalk (Kalkphosphat) und kohlenſaurem Kalk (Kalkcarbonat) beſtehe, und daß Zuſatz von Schwefelſäure nicht nur deren Carbonſäure unter Aufbrauſen entwickele und vertreibe, ſondern auch einen Theil der Phosphorſäure frei von Kalk herſtelle, bedient man ſich hauptſächlich der auf dieſem Wege gewonnenen Phosphorſäure, oder vielmehr des dadurch erzielten ſauren, phosphorſauren Kalks (Kalkbiphosphats), der durch Einwirkung der Schwefelſäure — indem dieſe dem Kalkphosphat die Hälfte ſeines Kalks entzieht — gewonnen worden, indem man ihn, zuvor von allem Kalkſulphat (ſchwefelſaurem Kalk oder Gyps) geſchieden, für ſich mit Kohle in irdenen, wohlgebrannten Retorten nach und nach erglüht, und ſo lange glühend erhält, als noch (beſonders anfänglich leuchtende) Phosphordämpfe in das Waſſer der Vorlage übergehen und ſich darin zu gelblichen und röthlichen, Kohle beigemengt enthaltenden Phosphorkörnchen und Stäubchen verdichten. Auch pflegte man, bereits vor Marggraf, den Phosphor aus der Knochenaſche durch Mengen und heftiges Glühen derſelben mit Kohle und Kieſelerde (unter Bildung von ſilicſaurem Kalk, Carbonſäure und Carbonoxydgas, nebſt Phosphorkohlenwaſſerſtoffgas) darzuſtellen, ein Verfahren, das in neueren Zeiten Wöhler beſtätigte, das aber durch die Heftigkeit des geforderten Feuers zu koſtſpielig iſt. Den unreinen Phosphor läßt man unter heißem Waſſer ſchmelzend zu einer Maſſe zuſammenfließen, bringt dieſe in feine Leinwand oder in Sämiſchleder, und preßt ihn durch daſſelbe unter heißem Waſſer. Beſſer iſt es, ihn durch nochmalige Deſtillation, aus einer kleinen Glasretorte mit gläſerner Waſſer-haltiger Vorlage, zu reinigen; alſo gereinigt heißt er rectificirter Phosphor. Da die zur Ausſcheidung der Phosphorſäure aus der Knochenaſche gewählte Schwefelſäure nicht ſelten Arſenichtſäure enthält, in dieſem Falle aber der Phosphor Arſen-haltig ausfällt, ſo muß man dergleichen Schwefelſäuren, bevor man ſie anwendet, mittelſt (Arſen zu gelben Schwefelarſen) fällendem Schwefelwaſſerſtoff reinigen; m. Arch. f. Chem. und Meteorol. IX. Ein mit Schwefel verſezter Phosphor gibt, wenn man eine kleine Menge derſelben mit etwas mäßig ſtarker Azotſäure erhizt, Schwefelſäure-haltige Phosphorſäure,

laſſen ſich auf dieſem Wege leicht zur lebhaften Verpuffungsverbrennung bringen. — Bereits im Jahr 1786 wollte Don Barcelo, Commandeur der damals nach Algier beſtimmten ſpaniſchen Flotte, eine Art Schießpulver erfunden haben, die auf ungewöhnliche Weiſe (auf welche? wurde nicht bekannt) zuſammengeſezt und entzündet werden mußte, und dann angeblich doppelt ſo viel leiſtete, als das gewöhnliche Schießpulver.

15) Ihrer Zuſammenſetzung nach noch nicht hinreichend erkannt ſind jene brennbaren Gaſe, mit welchen vor mehreren Jahren ein gewiſſer Diller aus Holland, und dann ſpäterhin der franzöſiſche Feuerkünſtler Dumouſſier (vor 40 Jahren) öffentliche Verbrennungs-Verſuche anſtellten. Es brannten dieſe Gaſe theils mit verſchiedenen Farben, eines blau, ein anderes grün, ein drittes roth, gelb ꝛc., theils farblos blendend weiß, einige mit ſo dichter Flamme wie Oel, andere wie Alkohol- oder Aetherdampf, und es erfolgte in Diller's Verſuchen die Verbrennung (oder vielmehr die Anzündung) nicht unter Verpuffung, ſondern ganz ruhig, ja D. benahm vielmehr mit ſeinen brennbaren Gaſen, dem Hydrogengas die Verpuffbarkeit. Er hatte große Blaſen mit dieſen Gaſen gefüllt, nahm dieſe nach einander unter den Arm, öffnete den Hahn und trieb, mittelſt Zuſammendrücken, das Gas zur röhrenförmigen Blaſenmündung heraus, in bewegliche röhrenförmige Vorrichtungen aller Art, und ſtellte ſo feurige Sonnen, Sterne, Dreiecke, Maltheſerkreuze ꝛc. von den mannigfachſten Farben dar. Eben ſo, mittelſt beſonderer Maſchinen, ſich bewegende feurige Thiere, Pflanzen mit beweglichen Blättern, Blüthen, Früchten u. ſ. w., und bei allen dieſen Verbrennungs-Figuren bemerkte man nicht den geringſten widrigen Geruch. Das Journal de Paris vom Jahr 1788 zeigte darauf, in Nr. 186, an, daß es einem gewiſſen Bienvenu gelungen ſei, Diller's Gaſe nachzukünſteln, und daß er eines dieſer Gaſe als Brennſtoff für eine beſondere Art von ihm erfundener Lampen benütze. Er habe gezeigt, daß zu jener Nachbildung nichts weiter erforderlich ſei, als atmoſphäriſche Luft mit brennbaren Subſtanzen zu ſchwängern; alſo mit brennbaren Dämpfen, muthmaßlich mit einem Gemiſche aus Terpentinöl- und Weingeiſt- oder Aetherdampf Behufs der Darſtellung weißer Flammen; ob aber durch Beimiſchung von Flammen-färbenden Mitteln, z. B. von Indigſtaub, um Purpurdampf zu erzeugen, oder von einigen der oben

---

um ſie gegen Luftfeuchte zu ſchützen, mit Wachs überzog. Schmidt gab den obligen Zündpulverſätzen den Vorzug vor den Knallmerkur-haltigen Zündhütchen, weil er bemerkte, daß lezteres die Schlöſſer (der Gewehre) eben ſo ſchnell zerſtört, als das Kalichlorat, und empfahl daher die Flintenſchlöſſer mit einem nicht oxydirbaren Metalle, mit Gold füttern zu laſſen; Schweigger's Journ. XI. 66.

und verkohlbarem, beim Erhitzen, kraft ſeiner dann hervertretenden Kohle, einem Theile der Schwefelſäure 1 Atom, einem anderen alle 3 Atome O entziehendem (und ſie dadurch in als Gas entweichende Schwefelichtſäure = SO_2 wandelnden) dem Kali ſein O 1 Atom O gänzlich raubendem und es dadurch zu Kalin (Kalium) reducirendem, brennbarem Stoff, z. B. mit Weizenmehl, Zucker, Honig u. ſ. w. bei Rothgluth bereiteten, ſo wie die durch Glühen von Kalicarbonat mit Holzkohlenpulver, oder mit Erzmetall-haltiger Kohle und Kalicarbonat (m. Grundzüge I. 185 und oben S. 495) gewonnenen längere Zeit hindurch ſehr geſchätzt wurden, da ſie in nicht zu trockener Luft, oder beſſer: angehaucht, in kleinen Mengen derſelben preisgegeben, faſt augenblicklich erglühen und daher in den Stand ſetzen, ſchnell zu zünden (deßhalb aber auch, dem nicht in Gebrauch genommenen Antheil nach, gleich nach der Bereitung noch heiß in zuvor erwärmte und vollkommen trockene Fläſchchen oder Metallbüchſen gebracht, auch in dieſen gegen Andrang feuchter Luft, nach jedesmaligem Gebrauche, auf's ſchnellſte und beſte verwahrt werden müſſen. Neueren Verſuchen gemäß ſcheint ihr wirkſamer Hauptbeſtandtheil aus Kalinoxycarbon, d. i. aus einer an ſich grauen oder ſchwärzlichen Verbindung des Kalin mit Carbonoxyd (KCO), oder vielmehr mit dem noch nicht für ſich dargeſtellten Carbon-Suboxyd (KC_2O) zu beſtehen, die ſowohl ſtark Oxygengas verdichtend, als auch O dem Waſſergaſe entziehend wirkt, und ſo das K, unter beträchtlicher Erglühung, in KO oder Kali übergehen macht, während das C_2O, ebenfalls durch Verdichtung und Einſaugung des atmoſphäriſchen O-Gaſes theils in 2 bis 3 Säuren ſich umwandelt, denen es zur Grundlage dient (nämlich der Oxalſäure = C_2O_3, der Krokonſäure = $2C_2 + O_3 +$ CO, oder C_5O_4, oder minder wahrſcheinlich $2C_2O$ (= C_4O_2) + CO_2, d. h. zweimal 1 Atom Carbonſuboxyd vereint mit 1 Atom Carbonſäure zu 1 Atom Krokonſäure, und Rhodizonſäure = C_3O_5 oder $C_2O_3 + CO_2$, theils zu Carbon- oder Kohlenſäure (CO_2) verbrennt. Die erſte jener drei Säuren, die Oxalſäure (Klee-, Sauerklee- oder Zuckerſäure der älteren Chemiker) erzeugt die Natur ſehr häufig in organiſchen Körpern, z. B. in ſauren Pflanzenſäften: als Bioxalat des Kali, oder als ſaures, oxalſaures Kali, auch Sauerkleeſalz genannt, im Safte verſchiedener Arten der Gattung Sauerklee (lateiniſch Oxalis genannt, daher Oxalſäure) und Sauerampfer (Rumex; vorzüglich in R. acetosa und acetosella), im Spinat (Spinacea oleracea), im Geranium acetosum, Phytolacca decandra, in den Blättern der Wolfskirſche (Atropa Belladonna), im Rheum palmatum etc. als freie Säure, im Safte der Kichererbſen (Cicerarietinum L.), und neben anderen Pflanzenſäuren, zumal neben Weinſäure, Aepfelſäure und Citronſäure in mehreren ſauren und ſäuerlichen Beerenfrüchten,

und als an Kalk gebundene Säure in den meiſten kryptogamiſchen Gewächſen, insbeſondere in den Flechten (Licheres), und kleinen Antheilen nach auch in den ſichtbarblühenden Pflanzen *); künſtlich macht man dieſe leztere entſtehen durch Erhitzen von 1 Zucker mit sechsmal ſo viel ſtarker Azotſäure (d. i. verdünnter Salpeterſäure oder ſog. Scheidewaſſer; von älteren Chemikern und dann von Gold- und Silberſchmieden alſo genannt, weil man ſich der verdünnten, d. h. ſtark gewäſſerten Azotſäure zum Scheiden des dadurch oxydirbaren und oxydirt darin auflöslichen Silbers von dem von ihr nicht angegriffenen „Golde“ bedient), wobei zugleich Carbonſäure und eine „besonders geartete Hydrocarbonſäure“ erzeugt werden, während die Azotſäure, nachdem ſie 3 Atome ihres O-Gehaltes zur Bildung dieſer Säuren hergegeben hat, zu Azotoxydgas (beſtehend aus 2 Atom Azotgas und 2 Oxygengas, verdichtet zu 1 Atom und ſonſt auch bekannt unter der Benennung Salpetergas) reducirt, als ſolches entweicht und hiebei von dem ihm dargebotenen atmoſphäriſchen, ſo wie aus jedem anderen freien Oxygengaſe ſo viel O-Gas anzieht und ſich damit verdichtend zu orangem, oder vielmehr bläulich-gelbem Dunſte vereint, daß es ſtatt 2 nun 3 Atome O enthält, und ſo die dunſtige Azotichtſäure (auch Salpetrichtſäure oder ſalpetrichte Säure genannt) darſtellt; in Schwefelſäure-Fabriken, wo man dieſes Dunſtes zur Umbildung der Schweflichtſäure in Schwefelſäure bedarf (m. Grundz. I. 185 ff.). Im obigen Falle wird ſie, neben Kalin-Carbonoxyd und Calincarbonſuboxyd, wie man gewöhnlich annimmt, dadurch erzeugt, daß die dem Kali beigegebene Kohle nicht das ganze Kali, ſondern nur einen Theil deſſelben gänzlich zerſezt und durch das hiedurch überkommene O theils in CO_2, theils in C_2O_3 und C_3O_4 übergeht, von denen das

*) Scheel entdeckte dieſes Salz zuerſt in den Pflanzen, und zwar in vielen Wurzeln, z. B. in jenen der Rhabarber (wo die „weißen Stellen“ zum großen Theil aus Kalkoxalat beſtehen), der Sellerie, des Ingber u. ſ. w. und Rinden, z. B. in denen des Berberitzenſtrauches, des Zimmet nnd Caſſiazimmet, der Eſchen, Eichen, des Hollunder (Holder oder Flieder, Samburus nigra L.) ꝛc.; Fourcroy und Vauquelin entdeckten es darauf in allen von ihnen unterſuchten Pflanzen, eine Entdeckung, die, von Mehreren beſtätigt, Fuchs zu der Folgerung leitete: daß das Kalioxalat für die Pflanzenwelt ſein möge, was das Kalkphosphat für die Thierwelt iſt, nämlich der Feſtiger der Subſtanz, wie lezteres Salz ſich beſonders in den Knochen, Membranen, Bändern ꝛc. des Thierleibes geltend macht. Broconnot's Entdeckung des Kalk-Oxalat in den Flechten, diente dieſer Folgerung zur Beſtätigung; vergl. m. Arch. f. d. geſ. Naturl. III. 466 und XXII. 433. Die Krokonſäure und die Rhodizonſäure ſind zur Zeit noch nicht weder in ſelbſtthätigen Weſen oder Lebweſen (Organismen), noch in nur abhängig thätigen Miſchungs- und Scheidungs-Erzeugniſſen, d. h. in Geſteinen, Gewäſſern, Lüften und dergl. Amorganismen vorgefunden worden, wohl aber hat man die Oxalſäure auch im Geſteinreich, mit Eiſen-Oxydat verbunden, im Eiſenreſin oder Humboldtit wahrgenommen.

erſtere (die Carbonſäure) entweicht, während die leztere ſich des noch unzerſezten Kali-Antheils bemächtigen, damit Kali-Oxalat und Kali-Kroconat darſtellend. Wahrſcheinlicher aber als dieſe Anſicht von dem Vorgange iſt jene, welche aus Dr. Heller's hieher gehörigen Verſuchen, die ihn zur Entdeckung der mit Metalloxyden mehr oder weniger tief rothe Salze erzeugende und daher Rhodizonſäure genannten Säure führt, abgeleitet werden kann, und derzufolge Kali mit hinreichender Kohle geglühet, durch die Kohle ſeines Oxygenes beraubt, in Kalin und der Kohle zu Theil gewordenes Oxygen auseinandertritt, das aber, vom O befreiet, ſogleich wieder in dem CO einen neuen, das ehemals mit ihm verbundene O vertretenden „zuſammengeſezten" Grundſtoff, oder, wie ich dergleichen Grundſtoffverbindungen (welche wirken, als ob ſie ſelbſt einzelne Grundſtoffe wären) nannte: ein Einungsgemiſch (ſ. m. Grundz. I. 506, 777 ff.) vorfindet, das es einſaugt und mit dem es ſich zu einer grauen (und bei Mitaufnahme von noch 1 Atom C. der Kohle zu einer ſchwarzen) bei der Deſtillation des Kali mit Kohle, neben den grünen Kaliumdämpfen, graue Nebel bildenden Verbindung eint, die ſich ſowohl mit mehr Kohle zu vermiſchen (oder vielmehr zu verbinden) vermag (wie ſolche Vermiſchung und Verbindung in den oben erwähnten Alaun- und Kali-Pyrophoren vorliegt), als auch der phyſiſchen Vereinigung mit Kalin (K) ſich fähig zeigt, und in dieſem Falle: in Flamme ausbrechende kohlige Pyrophore gewährt, und eben ſo O-Gas aus der Luft (und Falls es K eingeſogen hatte, zu Gunſten deſſelben, oder vielmehr, zu Gunſten der Wiedererzeugung von Kali aus ſolchem Kalin *) und dem Oxygen, aus dem Waſſer, unter Hydrocarbongas-Entwickelung) einſaugt, und ſich damit zu Oxalſäure und Krokonſäure verbindet; indem das CO-Gas, der auf frühere Verſuche geſtüzten Folgerung Gay-Luſſac's entgegen, durch K nicht zerſezt wird, ſondern ſich vielmehr, wie Liebig 1835 zeigte, mit CO zu einer beſonderen, weder baſiſchen noch ſauren chemiſchen Verbindung eint, in der das CO, oder in dieſer Verbindung zweckmäßiger bezeichnet durch OC, oder Oxycarbon gegen das K das dieſem, in Beziehung auf Kalibeſtand fehlende O vertritt. Es binden nämlich, auf ſolchem Wege 2 Atome K, 7 Atome OC; kommt nun Waſſer hinzu, ſo wird dieſes durch die 2 Atome K dergeſtalt zerlegt, daß 2 Atome Waſſer eben ſo viele Atome O entzogen (und mit den beiden Atomen K zu 2 Atome KO oder 2 Kali verbunden) und 4 Atome H frei werden, die jedoch

*) Den Ausdruck Kalin gebrauchte, zur Vermeidung der lateiniſchen Endigung, ſtatt Kalium zuerſt Gehlen (was ich erſt vor Kurzem fand), dann Lampadius, hierauf der Verfaſſer dieſer Einleitung.

Bezeichnung und Menge der Gaſe.	Menge und Verbrennungs-Erſcheinung des Schießpulvers.	Rückſtändiges Gas, ſammt Bemerkungen.
H 12 C.Z., gewonnen durch Auflöſen von Zink in wäſſeriger Hydrochlor- (Salzſäure).	6 Gr. in einer Blechröhre; nur bei beginnender Schmelzung erfolgte die Entzündung, in Form eines ſchwachen Verpuffens, das aber nur den im Brennraum befindlichen Pulvertheil traf, kaum einen Gran, verpuffte.	In 20 C.Z. H-Gas, gewonnen durch über glühend Eiſen geriebenen Waſſerdampf, verhielten ſich 10 Gran in einem Strohhalme befindlichen Pulvermehls wie jene 6 Gran. Als nun aber 2 C.Z. atmoſphäriſche Luft hinzugelaſſen worden, erfolgte, mittelſt gehäuften Sonnenlichts, die Verpuffung mit einem Stoße, unter Bildung ſchön gelbrother Flamme, unausgeſezt. An den Cylinderwänden hatte ſich Kohle abgelagert; die Ausdehnung des Gaſes war nicht beträchtlich. Das rückſtändige Gas, einem brennenden Lichte genähert, ſezte Schwefel ab*), jedoch unter Entwickelung einer weniger umfangsreichen Flamme, als ſolche brennendes Hydrothiongas zu gewähren pflegt.

*) Schon für ſich beſtehendes H-Gas verbindet ſich mit geſchmolzenem Schwefel, durch den man es leitet, oder mit dampfendem, mit dem man es erhizt, ſehr langſam und nur den kleinſten Antheilen nach, hingegen ſehr leicht, wenn es ſelbſt, und noch leichter, wenn zugleich auch der Schwefel gerade erſt entwickelt und frei wird, und Gleiches gilt von allen chemiſchen Verbindungen; im ſog. Status nascens iſt jede chemiſch gegenthätige Materie chemiſch miſchbarer und einungsfähiger, als wenn ſchon über dies Entwickelungs-Moment hinaus und ihrer Entwickelungs-Elektriſirung (oben S. 518, Anm.) verluſtig gegangen, und mithin nur auf die an ihr neu zu erregende beſchränkt iſt, die aber bei gaſigen Materien, da dieſe bei den gewöhnlichen Temperaturen zu den ſchlechteſten Leitern gehören, ſtets ſehr geringfügig, häufig kaum Bewegungen der Materie zu veranlaſſen fähig, ausfällt. Ein weiteres Beiſpiel liefert das H, außer mit dem Schwefel, dem Phosphor und dem Arſen (Arſenik As), dem Zinkmetall (Zn); denn Hydrophosphor, oder Phosphor-Hydrogenid (PH_3) läßt es ſich, wie ſchon zuvor angedeutet, nicht nur nach dem gewöhnlichen Verfahren (Erhitzen von fixen Alkalien — z. B. Kali oder Natron, oder Kalk mit Waſſer und Phosphor, oder näſſen von Phosphorcalcium oder Phosphormagnium, ſog. Kalk- oder Magneſia-Phosphorleber, mit Waſſer) auch ſchon dadurch gewinnen, daß dem im Entwickeln begriffenen H-Gas kleinen Stückchen P zur Berührung dargeboten werden; Arſenhydrogenid erhält man aber leicht in Gasform, wenn man, wie zuvor vom Zinn, Wismuth, Stib ꝛc. erwähnt wurde, z. B. die ſalzſaure Auflöſung der Arſenichtſäure mit überſchüſſiger, wäſſeriger Salzſäure und Zinn oder Zink erhizt. Zündet man dieſes Gas dann an, in dem Augenblicke, wo es zur Glasröhrenmündung heraustritt, ſo verbrennt nur das H zu H_2O (Waſſer), das As ſezt ſich hingegen als ſchwarzbrauner Ring in der Röhre ab, und kann leicht, durch weniger weitere Verſuche als As erkannt werden. Ich gründete hierauf vor 6—7 Jahren eine neue ſog. Arſenprobe, zur Entdeckung des As in Vergiftungsfällen ꝛc. (vergl. m. Grundz. 2te Auflage I. 353 ff.); ſie wurde, gleich

bricht; der eine der auf ſolche Weiſe hindurchgehenden Strahl erſcheint nämlich blau, der andere hingegen orange; m. Grundz. II. 435. — Der Kali-Alaun-Pyrophor, indem er Oxygen der Luft einſaugt, entwickelt er Carbonſäure, aber auch Schweflichtſäure, was beweiſet, daß er, der Schwefelſäure des Alauns entſtammenden Schwefel, mithin wahrſcheinlich außer dem Oxycarbon- (oder vielmehr Suboxycarbon-) Kalin auch Kalinthionid (oder „Kalinſulphid," d. i. Schwefelkalium oder geſchwefeltes Kalium), oder ſtellt er vielleicht eine Verbindung von Carbonſubſulphür (d. i. mit Kohlenſtoff überſezter Anthrathion oder Schwefelkohlenſtoff) mit Suboxycarbon-Kalin dar? Der nur aus Kalicarbonat und Kohle bereitete Pyrophor iſt begreiflich frei von der Schwefelverbindung, und ſtellt muthmaßlich, wenn zu ſeiner Bereitung nicht zu wenig Kohle verwendet worden war, eine kein freies Kalin enthaltendes phyſiſches Gemiſch von Suboxycarbon-Kalin und Oxycarbon-Kalin dar. Beide Arten von Selbſtzünder verbrennen im O-Gaſe mit lebhafter, glänzender und röthlicher, oder röthlich purpurner Flamme. Ein Alaun, der kein feuerbeſtändiges, leichtlösliches Alkali (Laugenmetalloxyd), alſo weder Kali noch Natron, ſondern ſtatt deſſen Ammon enthält, gibt keinen Selbſtzünder. Daß aber bei dieſem, wie bei allen Kohle haltigen Pyrophoren, die Kohle ſelbſt, mit ihrer Oxygenverdichtung, weſentlich und hauptſächlich beiträgt, beweiſet ſowohl die Selbſtentzündung in Maſſe aufgehäuften, fein zertheilten (zur Schießpulverbereitung beſtimmten) Kohlenſtaubes, als, entſcheidender noch, jene der verkohlten Weinſäure, Citronſäure ꝛc. des verkohlten weinſauren, citronſauren Bleihyperoxyds, oder des mit Zucker vermengten und bis zu deſſen Verkohlung erhizten Bleihyperoxyds; wie denn auch der mit Zucker bereitete Alaunpyrophor zu den wirkſamſten Selbſtzündern gehört. Reibt man 1 Atom, d. i. $2^1/_2$ Gewichtstheile reine, ihres Kryſtallwaſſers beraubte, völlig trockene, ſtaubig zertheilte Weinſäure mit 2 Atomen, d. i. mit 8 Gewichtstheilen trockenem, braunem Bleihyperoxyd zuſammen, ſo tritt, wie Walker zuerſt erwähnte, binnen Kurzem ein ſehr lebhaftes, lange andauerndes Erglühen der ganzen Maſſe ein. Wendet man ſtatt der trockenen, kryſtalliniſche Weinſäure an, ſo erfolgt nur Temperatur-Erhöhung, die zulezt ſchwaches Ziſchen und Aufblähen, aber nie Entzündung der Maſſe im Gefolge hat. Bringt man hingegen dieſes leztere Gemenge in eine, an dem einen Ende zugeſchmolzene Glasröhre, erhizt dieſe über der Spirituslampe mit doppeltem Luftzug, bis ſich die Maſſe nicht mehr blähet, glühet ſie dann ſo lange aus, bis der Glasmündung kein Rauch mehr entſteigt, und verſchließt hierauf das Glas ſorgfältig mit paſſendem Kork, ſo hat man einen Pyrophor, der gar nichts zu wünſchen übrig läßt, indem ſchon jedes Staubtheilchen deſſelben erglüht, ſo wie es die ſelbſt mehr denn eiskalte Luft

berührt. Auch 1 Gewichtstheil Zucker, ſtatt der Weinſäure, mit 2 Bleihyperoxyd alſo behandelt gibt einen trefflichen Selbſtzünder; Böttger a. a. O. S. 19 ff. — Ein ſelbſtentzündliches Phosphorgemenge, bereitet durch möglichſt vollkommenes Durcheinanderbewegen von 1 Gewichtstheil Phosphor, 2 Bergöl, ¼ gelbes Wachs und ¼ feinſten Korkpulvers, beſchreibt Eduard Bendix in Schweigger-Seid. Journ. L. X. 129 ff. Man füllt damit einen wohlſchließenden, meſſingenen, Butterfaß-ähnlichen Hohlcylinder zur Hälfte, oder beliebig faſt ganz, erwärmt denſelben bis zum Schmelzen des Phosphors und arbeitet die ganze (durch die Butterfaßähnliche Einrichtung gegen den Zudrang der Luft geſchüzte) Maſſe, während ſie erkaltet, wohl durcheinander, ſo daß der Phosphor auch nach dem Erkalten in der bewirkten, möglichſt weit getriebenen Zertheilung beharren muß. Nach völligem Erkalten ſchraubt man den oberen Cylinderboden ab (bringt ihn, nebſt dem vor dem Aufſchrauben in die Höhe gezogenen Stempel, unter Waſſer), ſezt an deſſen Stelle ſchnell einen bereit liegenden, undurchlöcherten Stempel auf das geöffnete Gefäß, es ſo von Neuem luftdicht verſchließend u. ſ. f. und entleert nun den Inhalt des Cylinders in ein Glasfläſchchen. Das alſo bereitete Gemenge entzünbet ſich, bei einer mittleren Luftwärme von 15—17° R. (= 18°,75 bis 21°25 C.) von ſelber, und auch bei ſtrenger Winterkälte reicht bloßes Anhauchen hin, es zu entzünden. Wohl, jedoch nicht ängſtlich verwahrt, kann es Jahre lang als Feuerzeug dienen.

δ) Zündkügelchen, Zündkraut oder Zündpulver der Zündhütchen zu Flinten mit ſog. Percuſſionsſchlöſſern, oder zu ſog. Percuſſionsgewehren. Riffault ließ Schießpulver anfertigen, das ſtatt Salpeter Kalichlorat enthielt; 92 Grammen deſſelben wurden, in einem franzöſiſchen Schießpulver-Probirmörſer, hinſichtlich der Wirkſamkeit geprüft; obgleich das Pulver weder gehörig gekörnt, noch vollſtändig getrocknet worden war, warf es die Kugel dennoch 381 Metres weit und mit ſolcher Gewalt, daß ſie, fallend, tief in die Erde getrieben ward und nur mit Mühe gefunden und wieder hervorgeholt werden konnte; eine gleiche Menge gewöhnlichen guten Schießpulvers, in demſelben Mörſer gegen dieſelbe Kugel in Wirkſamkeit verſezt, warf die Kugel kaum 187 Metres weit. Wie bereits erwähnt (oben S. 493, Zuſ. 14), hielt aber dieſes günſtigen Erfolges ungeachtet, die Gefährlichkeit der Bereitung und der Behandlung ſolchen Kalichlorat-Schießpulvers von deſſen Verwendung für Geſchüz und Feuergewehre ab, hingegen benuzte man ein demſelben ähnliches Gemenge, genannt Berthollet'ſches Zündpulver (der verewigte Berthollet der Aeltere lehrte zuerſt das Kalichlorat darſtellen und ſeinen Hauptverhalten nach kennen) als Zündpulver in denen, zuerſt von Contriner in Wien verfertigten „Flintenſchlöſſern ohne Feuerſtein", die man eine Zeit hindurch chemiſche

Bezeichnung und Menge der Gaſe.	Menge und Verbrennungs-Erſcheinung des Schießpulvers.	Rückſtändiges Gas, ſammt Bemerkungen.
Ch oder Cl 12 C.Z., geſperrt durch warmes Ch-haltiges Waſſer.	6 Gr. im Schilfrohr. Sehr ſchwer entzündlich; durch wiederholtes Anbrennen konnte nur die Hälfte des Pulvers zum Abbrennen gebracht werden. Ein zweiter Verſuch mißlang gänzlich.	„Die ſtarke Sonnenhitze ſchien das Gas zu zerſetzen“ (dann müßte ſich, auf Koſten eines Antheils der Zerſetzung unterliegenden Waſſers, Hydrochlorſäure ($H_2 Ch_2$) gebildet und O-Gas entwickelt haben, was die Verbrennung ſehr begünſtigt haben würde; vergl. oben S. 496).

Zugleich prüfte M. das **Verhalten des Schießpulver's**, wenn es bei **vermehrtem** oder **vermindertem** Luftdrucke der Anzündung unterworfen wird. Es beſtätigten dieſe Verſuche ſchon Bekanntes, nämlich daß im erſteren Fall die Verbrennung beſchleunigt und vervollſtändigt wird, im lezteren verlangſamt und minder vollſtändig von Statten geht. Als die in einen ſog. Recipienten (Glocke) der Verdünnungs-Luftpumpe eingeſchloſſene atmoſphäriſche Luft ſo weit verdünnt worden war, daß im zugehörigen Barometer das Merkur nur noch vier Linien hoch ſtand, verſagte das Pulver, und erſt bei der dritten Wiederholung (wo die beiden erſten Funken des Flintenſchloſſes die Pulver-Oberfläche bereits angewärmt hatten) gelang deſſen Entzündung; bei einem Barometerſtande von nur drei Linien wurde **Kornpulver** auch durch drei nach einander folgende Funken nicht mehr entzündet. **Mehlpulver** ließ ſich jedoch bei dieſem geringen Luftdrucke noch entzünden, brannte aber ſchwach und hinterließ viel Rückſtand; bei nur 1,5 Lin. Barometerſtand verſagte es aber ebenfalls dreimal. Mithin iſt der **jedesmalige Barometerſtand** auf die **Wirkung** des **Schießpulvers**, wenn auch nur von geringem, doch nie ohne gänzlichen Einfluß, und da bei niederem Barometerſtande die Luft gemeinhin reicher an Waſſerdampf und Waſſerdunſt iſt, als bei höherem, ſo wird ſchon durch den niederen Barometerſtand an ſich jener Nachtheil, welchen die Fülle des gaſigen und dunſtigen Waſſers der Luft, hinſichtlich der Wirkſamkeit des Schießpulvers, im Gefolge hat, noch vergrößert; ſ. oben S. 485. — Gleiches gilt auch vom Verbrennen des **Schwefels** zur Schweflichtſäure, und von der Verbindung des Azotoxyds

---

des Entwickelungs-Gemiſches, und beſonders bei größerer Entwäſſerung der Lauge, nur das leztere; ſ. m. Grundz. I. und Vorrede XXIV. Bleibt etwas P unaufgelöſ't zurück, ſo iſt dieſer Antheil in tropfbares Hydrür (P2H) übergegangen.

($A_2 O_2$) mit dem atmoſphäriſchen O zur Azotichtſäure ($A_2 O_3$) und beider Säuren Vereinigung unter ſich zum weißen kryſtalliniſchen Azotoxyd-Sulphat, das, vom Waſſer berührt, in Schwefelſäure-Hydrat und Azotoxyd aus einander tritt, und ſo die *Entſtehung der Schwefelſäure* durch Verbrennen des Schwefels, d. i. die gewöhnliche *Fabrikation der Schwefelſäure* vermittelt (oben S. 455, 483, Anm., und S. 415). Dr. *Karl Schmidt* machte zuerſt hieher gehörige Beobachtungen bekannt, im erſten Band ſeiner 1803 zu Breslau in 8. erſchienenen Schrift: „Der *Zitterſtoff* (Elektrogen) und ſeine Wirkungen in der Natur.“ S. VII. ff.*) Daß die Flamme des H-Gaſes Schießpulver anfänglich nicht zündete, wie M. fand (durch die Flammenhitze iſt die Entzündung ſogleich möglich; oben S. 488), darf neben dem oben S. 488 Bemerkten nicht befremden. Auch das nicht, daß *Knall-Luft* in M.'s weiteren Verſuchen, über Schießpulver abgebrannt werden konnte, ohne es zu entzünden; denn Aehnliches erfuhr ſchon *Wilkinſon*; oben S. 491, Anm.

17) Hinſichtlich der oben S. 481, Anm., und S. 482, 685 ff., 692 ff. bemerkten *Pulverproben* möge hier noch, als Zuſatz, die Beſchreibung jenes Verfahrens dienen, welches hiezu in *England* befolgt wird. Zunächſt, ſchon in den Pulvermühlen, erprobt man das Pulver durch Reiben zwiſchen den Händen, um zu erfahren, ob keine unregelmäßig geformte harte Klumpen zugegen ſind; dann brennt man von jeder Pulverſorte zwei Quentchen auf einer Pulverplatte ab (wobei es mit einer bereits als trefflich anerkannten Muſterſorte verglichen wird): es muß hiebei weder Funken werfen, noch irgend eine ſchmutzende Subſtanz zurücklaſſen; hierauf erforſcht man, es ebenfalls mit einer Muſterſorte vergleichend, wie weit vier Loth deſſelben, aus einem achtzölligen Mörſer, eine 64pfündige, eiſerne Kugel werfen? Das beſte engliche Jagdpulver, bereitet auf Königlichen Mühlen, gibt im Durchſchnitt 180 Fuß Schußweite, das ſchwächſte, d. i. zweimal getrocknetes Pulver dagegen nicht mehr als 107 bis 117 engliſche Fuß. Das auf Privatmühlen verfertigte Schießpulver wird, bevor die Armee es in Gebrauch nimmt, mit dem auf Königlichen Mühlen verfertigten verglichen; beträgt der Unterſchied in der Schußweite nicht mehr als 0,05 (1/20), ſo wird es gut geheißen. Dieſen Vergleichungen werden übrigens *in derſelben Stunde und unter denſelben Umſtänden* vollzogen. Das feingekörnte oder Musketenpulver probirt man, indem man

*) Dieſe Schrift enthält den erſten Verſuch: die Mythen, zumal jene der Griechen, als poetiſche Bezeichnungen der *Elektricität* und ihrer Wirkungen zu deuten und darzuthun, daß unter der Mythologie der Alten *nur* die Erkenntniß der Natur, in ihren Hauptbeziehungen verborgen worden; eine Einſeitigkeit der Betrachtungsweiſe, die beim Studium dieſer Mythologien in die Augen ſpringt.

vollkommen fertig, nämlich ſchon geſtreckt zu erzeugen geſtattete, während die Hütchen der früheren Vorrichtungen auf einer gewöhnlichen einflötigen Maſchine erſt geſtreckt werden mußten. Gegenwärtig arbeitet man, zu gleichem Zwecke, mit einer zweiflötigen Maſchine, die Hebel, Schwungrad, Streckpreſſe und doppelte Bewegung vereint, um ſo die Hütchen bis zur Füllung fertig herzuſtellen. Zählung und Füllung der Hütchen erfolgt mittelſt Vertiefungen; ſie fallen kraft ihrer eigenen Schwere ſtets in beſtimmter Zahl, mit nach Oben gerichteten Oeffnungen, in dieſe Vertiefungen hinein, gelangen von da unter das Pulverſieb, empfangen hier (jedes derſelben) nur die genau abgemeſſene Menge Zündmaſſenpulver und nie mehr; 100 Hütchen werden hier gleichzeitig, lediglich in Folge einer augenblicklichen Verſchiebung, gefüllt. Zur Bereitung des Knallmerkurs und zu deſſen Trocknung dient übrigens ein nur hiezu beſtimmtes, von den anderen Arbeitsſtätten und Wohnungen vollkommen geſondertes Gebäude. — Von Zeit zu Zeit ſind jedoch Entladungen von Percuſſionsflinten vorgekommen, welche bei deren Gebrauch zur großen Vorſicht auffordern, vergl. des Apotheker Wittmann zu Vorchheim hieher gehörige Mittheilung in Buchner's Repert. f. d. Pharmacie X., S. II. 148 ff. Es erfolgen nämlich, wenn man dergleichen geladene Gewehre, zumal an feuchten Orten, längere Zeit ſtehen läßt, Selbſtentladungen derſelben, wie es ſcheint: durch den Druck, der durch entſtehende Kryſtalliſation und daraus erwachſene Ausdehnung zu Stande kommt (das Knallmerkur verknallt auch feucht durch Druck), vielleicht durch Raum heiſchende Oxydation oder Stoßung befördert und durch: beim Kryſtalliſiren entwickelte Elektricität begünſtigt wird; denn auch das Knallmerkur läßt ſich, im metallenen Löffel gehalten, durch geringſtes Drehen der Scheibe einer mäßig wirkſamen Elektriſirmaſchine, in einer Ferne von 12—50 Fuß von derſelben, verpuffen. Indeſſen reicht ſchon jener Ausdehnungsdruck zur Erklärung ſolcher Selbſtentladungen hin, wenn man erwägt, daß der Raum, in dem das Zündkügelchen liegt, dieſem durch jene Kryſtall- und Oxydbildungen hinreichend beengt wird, um (Falls der Hahn ſcharf aufdrückt und die Hülſe vielleicht außerdem noch ſich feſtgeklemmt hat) das Zündkügelchen bis zum Verknallen zu preſſen. Mit aufgelöſ'tem Wachs überzogene Zündkügelchen würden wenigſtens der kryſtalliniſchen Ausſcheidung von Knallmerkur oder von Salpeter nicht unterworfen ſein, und ſowohl den Einfluß der Elektricität, als auch jenen der Feuchtungs-Adhäſionswärme *) nicht ausgeſezt ſein **).

*) Werden fein zertheilte, Luftfeuchte anziehende Körper wohl ausgetrocknet und dann genäßt, ſo erwärmen ſie ſich; z. B. Mehl, das mit Waſſer zum Teige angeknetet wird ꝛc.; vergl. oben S. 86 ff. und 325 ff.

**) Bei der peinlichen Gerichtspflege kann der Fall vorkommen und iſt ſchon zum Oeftern vorgekommen, daß es wichtig iſt, zu ermitteln: ſeit wann ein

Pulver, in beſtimmten kleinen Mengen aufzunehmen; wird dann das ſolcher Geſtalt von der Röhre getragene Pulver abgebrannt, ſo erfolgt ein Rückſtoß, der die Röhre mehr oder weniger tief (wie tief, zeigt die an der Röhre angebrachte Skale) gegen den Boden des Gefäßes treibt. Man muß daher, will man ſich dieſer Vorrichtung bedienen, die Skale derſelben während der Verpuffung genau und ſorgfältig in's Auge faſſen. — Zum Sprengpulver (oben S. 456 Anm., 459 und S. 477—478 wählte man ſonſt in der Regel abſichtlich nicht zu ſchnelle verbrennende Miſchungsverhältniſſe des Schießpulvers (oben S. 482), um die Arbeiter nicht in Gefahr zu bringen; indeſſen ſezt Vorſicht in den Stand, die Gefahr zu meiden, ohne daß man dabei auf Koſten der Größe der beabſichtigten Wirkung zu verfahren nöthig hat. In England ſprengt man Felſen unter Waſſer (a. a. O.) gemeinhin auf folgende Weiſe: Taucher bohren zuvörderſt ein Loch in den Felſen, in das ſie eine gegen den Andrang des Waſſers wohl verwahrte, mit hinreichendem Schießpulver verſehene Patrone ſtecken, auf die ſofort eine metallene Röhre gepaßt wird. Jezt wird die Taucherglocke etwas heraufgezogen und eine zweite Röhre trocken eingeſchraubt, die über den Waſſerſpiegel hinreichend herausragt. Taucherglocke und Taucher werden nun entfernt, und, ſobald dieſes geſchehen, läßt man eine glühende Kohle in das Rohr fallen. Von der Verknallung empfindet man auf dem Meere ſelbſt kaum etwas, wenn die Waſſerſchicht den Felſen auch nur um 8 Fuß überragt, dagegen ſpührt man ſie ſtark in den benachbarten Küſtengegenden, wohin die Felſen ſich erſtrecken. (Die feſten Körper, insbeſondere Felſen, Metalle und dergleichen gehören zu den beſten Schall-Leitern, ſind mithin zur Fortpflanzung von größeren oder kleineren Wellenbewegungen im ausgezeichneten Grade geeignet; m. Grundz. II., 52, 60 und 452).

18) Daß die große Spannung des glühenden Schießpulvergaſes nicht nur zum Schießen und Sprengen, ſondern auch zu Maſchinenbewegung verwendbar ſein dürfte, war mir ſeit früher Jugend wahrſcheinlich; im Jahr 1818 ließ ich in dieſer Hinſicht, im dritten Band m. deutſch. Gewerbsfreundes, S. 78 daſelbſt, folgende Bemerkung drucken: Der ſchnelle Fluß (oben S. 205—206, Anm.) iſt ein dem Schießpulver ähnliches Gemenge, und wie bei dieſem iſt es vorzüglich der mit dem Sauerſtoffe des Salpeters verbrennende und bei der Verbrennung, durch gleichzeitige Entbindung von den übrigen (im Pulvergaſe mit zugegen erſcheinenden) Gaſen, ebenfalls augenblicklichem heftigem Drucke unterliegende — daher nach Art der Newmann'ſchen Knallluſtgebläſes wirkende — Waſſerſtoff der Sägeſpähne, des Harzes und der Kohle, der zu der beim Abbrennen dieſes Fluſſes entſtehenden großen Hitze (nächſt dem Kohlenſtoffe) das Meiſte beiträgt. Daher wirkt das Schießpulver auch als ſchneller Fluß, indem z. B. bei ſeiner Entzündung

1 Theil feinſten Holzkohlenpulvers, oder, an deſſen Statt, mit eben ſo viel gepulvertem weißen Zucker, oder ſtaubig feinem Schwefel, oder mit ½ Schwefel und ½ Kohle, oder es werden nicht minder innig, und ebenfalls unter Befeuchtung mit Weingeiſt, gleiche Theile Kalichlorat und Schwefelſtib (roher Spießglanz, oder beſſer ſog. Spießglanz-Kermes, oder auch, noch zweckmäßiger, ſog. Spießglanz-Goldſchwefel), oder 1½ Kalichlorat und 3 Mehlpulver (ungekörnt Schießpulver), 3 Kalichlorat und 1 gepulverten rohen Weinſtein. Alle dieſe Gemenge gewähren weiße, zum Theil lebhaft glänzende Flammen, und ſezt man auf 3 Theile Kalichlorat 1 ſchwarzes Schwefelmerkur hinzu, ſo iſt die Flamme beſonders glänzend. Aehnlich verhält ſich auch Muſſivgold (d. i. Zinnſchwefel), hingegen gewähren „Zink" und „Eiſen", obgleich ſie mit Kalichlorat durch Stoß verpuffen, keine Leucht-Verbrennungen, und eben ſo verhalten ſich auch Bernſtein, Steinkohle, Natrontartrat (weinſaures Natron), Oxalſäure, geraspelt Hirſchhorn und Mehlleim, hingegen nicht der „Rückſtand von der Deſtillation des Kupferoxydacetat" (eſſigſauren Kupferoxyds oder ſog. kryſtalliſirten Grünſpan), der vielmehr unter Entwickelung prachtvoller Feuergarben verbrennt, und eben ſo wenig: flüchtige und fette Oele, Harze, Terpentin, Eigelb, Butter, Wachs, Fett, Seife Kampfer, Kattunfaſern, Sägmehl (zumal mit etwas „Schwefel" verſeztes), Gummi und Bärlappſamen (Sem. Lycopodii), Brechweinſtein, Kali-, oder ſtatt deſſen Natronacetat und Kopal. Lezterer läßt ſich hiedurch, da er mit dem Kalichlorat, unter Flammenbildung, ſchnell verpufft, ſehr leicht vom „Bernſtein" unterſcheiden. — Die Verpuffung des Brechweinſteins erfolgt zwar unter Erzeugung ſehr ſchöner Funken, aber ebenfalls ohne Entflammung. Ueberraſchend lebhaft, einem Blitze ähnlich, erfolgt die Entzündung des über zerriebenes Kalichlorat ſtreichenden Hydrogengaſes, wenn man in dem Augenblicke der Gasſtreichung das gepulverte Salz mit Schwefelſäure in Berührung bringt. Auch die Zündpulverſätze (oben S. 494), zumal die an Kalichlorat reichen — z. B. 100 Kalichlorat gemengt mit 12 Schwefel und 10 Kohle; 100 Kalichlorat, 42 Salpeter, 36 Schwefel und 14 Lycopodium; 90 Kalichlorat, 45 Schwefel, 80 Schwefelſtib und 4 arabiſchen Gummi *) — die ſonſt durch Stoß oder Schlag entzündet werden,

*) Mit Waſſer zum Breie angerieben, bedlente man ſich ſonſt, vor Einführung der Knallmetalle (in England vor Benutzung des Knallmerkurs, zum Abfeuern der Percuſſionsgewehre, das dort von Wright zuerſt zu dieſem Zwecke verwendet wurde) dieſer Gemiſche zur Darſtellung von Zündpaſten und Zündkügelchen. Man ſtrich nämlich zur Bildung der Paſten den dicken Brei in die geeigneten Vertiefungen einer hölzernen Tafel, zu jener der Kügelchen in die zuvor erbohrten Löchlein eines Brettes von hartem Holz, oder auch ſogleich in die Kupferhütchen, wo man ſie dann,

laſſen ſich auf dieſem Wege leicht zur lebhaften Verpuffungsverbrennung bringen. — Bereits im Jahr 1786 wollte Don Barcelo, Commandeur der damals nach Algier beſtimmten ſpaniſchen Flotte, eine Art Schießpulver erfunden haben, die auf ungewöhnliche Weiſe (auf welche? wurde nicht bekannt) zuſammengeſezt und entzündet werden mußte, und dann angeblich doppelt ſo viel leiſtete, als das gewöhnliche Schießpulver.

15) Ihrer Zuſammenſetzung nach noch nicht hinreichend erkannt ſind jene brennbaren Gaſe, mit welchen vor mehreren Jahren ein gewiſſer Diller aus Holland, und dann ſpäterhin der franzöſiſche Feuerkünſtler Dumouſſier (vor 40 Jahren) öffentliche Verbrennungs-Verſuche anſtellten. Es brannten dieſe Gaſe theils mit verſchiedenen Farben, eines blau, ein anderes grün, ein drittes roth, gelb ꝛc., theils farblos blendend weiß, einige mit ſo dichter Flamme wie Oel, andere wie Alkohol- oder Aetherdampf, und es erfolgte in Diller's Verſuchen die Verbrennung (oder vielmehr die Anzündung) nicht unter Verpuffung, ſondern ganz ruhig, ja D. benahm vielmehr mit ſeinen brennbaren Gaſen, dem Hydrogengas die Verpuffbarkeit. Er hatte große Blaſen mit dieſen Gaſen gefüllt, nahm dieſe nach einander unter den Arm, öffnete den Hahn und trieb, mittelſt Zuſammendrücken, das Gas zur röhrenförmigen Blaſenmündung heraus, in bewegliche röhrenförmige Vorrichtungen aller Art, und ſtellte ſo feurige Sonnen, Sterne, Dreiecke, Maltheſerkreuze ꝛc. von den mannigfachſten Farben dar. Eben ſo, mittelſt beſonderer Maſchinen, ſich bewegende feurige Thiere, Pflanzen mit beweglichen Blättern, Blüthen, Früchten u. ſ. w., und bei allen dieſen Verbrennungs-Figuren bemerkte man nicht den geringſten widrigen Geruch. Das Journal de Paris vom Jahr 1788 zeigte darauf, in Nr. 186, an, daß es einem gewiſſen Bienvenu gelungen ſei, Diller's Gaſe nachzukünſteln, und daß er eines dieſer Gaſe als Brennſtoff für eine beſondere Art von ihm erfundener Lampen benüze. Er habe gezeigt, daß zu jener Nachbildung nichts weiter erforderlich ſei, als atmoſphäriſche Luft mit brennbaren Subſtanzen zu ſchwängern; alſo mit brennbaren Dämpfen, muthmaßlich mit einem Gemiſche aus Terpentinöl- und Weingeiſt- oder Aetherdampf Behufs der Darſtellung weißer Flammen; ob aber durch Beimiſchung von Flammen-färbenden Mitteln, z. B. von Indigſtaub, um Purpurdampf zu erzeugen, oder von einigen der oben

---

um ſie gegen Luftfeuchte zu ſchützen, mit Wachs überzog. Schmidt gab den oblgen Zündpulverſätzen den Vorzug vor den Knallmerkur-haltigen Zündhütchen, weil er bemerkte, daß lezteres die Schlöſſer (der Gewehre) eben ſo ſchnell zerſtört, als das Kalichlorat, und empfahl daher die Flintenſchlöſſer mit einem nicht oxydirbaren Metalle, mit Gold füttern zu laſſen; Schweigger's Journ. XI. 66.

S. 515 ff. erwähnten, ſich auf ſolchem Wege farbige Flammen erzeugen laſſen, ſteht zu bezweifeln; jedoch laſſen ſich in nicht zu engen Röhren von dünnſtem Alabaſter, auch wohl von dünnſtem, wohl abgeäthmetem Beinglaſe und Reaumur'ſchem Porzellan, wenn man ſie außen mit feuerbeſtändigen, durchſichtigen farbigen Glaſuren bekleidet, in denſelben Verbrennungen bewirken, deren Licht dann nothwendig farbig erglänzt. Lavoiſier, Briſſon, le Roy und Berthollet unterſuchten, als Commiſſarien der pariſer Akademie, das Verfahren der Gasbereitung, ſo wie die Einrichtung der Lampen, und fanden beide ſehr ſinnreich, brauchbar und des Beifalls der Akademie würdig. Vergl. auch „Gemeinnützlicher Vorrath auserleſener Aufſätze zur Beförderung der Haushaltungswiſſenſchaft. Jahrg. XXI. St. 51. Hamburg 1787" *).

---

*) Wie die Metallhydrogenide, d. ſ. die Auflöſungen der Metalle in Waſſerſtoffgas, hinſichtlich auf „Verbrennung mit Farbflamme" ſich verhalten würden, läßt ſich zwar von einigen wenigen ausſagen, iſt indeſſen noch viel zu wenig vollſtändig unterſucht, um hierüber Genügendes mittheilen zu können. Im Jahr 1820 machte ich auf das, beim Auflöſen des Zinns in Salzſäure entſtehende, gewöhnlich mit Metall-freiem Hydroxengas vermiſchte Zinnwaſſerſtoffgas (S. 453 der erſten Aufl. m. Geundzüge der Phyſik und Chemie) aufmerkſam, früher hatten aber ſchon Vauquelin und dann Lampadius gezeigt, Erſterer, daß ſich Wismuth, Lezterer, daß ſich Kupfer mit dem Hydrogen zum gaſigen Gemiſche vereinen laſſe, wenn man gaſige Hydrochlorſäure (Salzſäure) über dieſe Metalle, nachdem dieſelben möglichſt erhizt worden, fortleite; wiewohl vom Wismuth ſchon früher bekannt war, daß das bei Einwirkung der tropfbaren Hydrochlorſäure auf dieſes Metall entbundene Gas, etwas davon aufgelöſ't enthalte. Das zweckmäßigſte Verfahren, dergleichen Metallhydrogenide, und zwar möglichſt geſättigt mit dem Metalle, zu erzeugen, beſteht darin, daß man außer dem mit dem Hydrogen zu verbindendem Metalle noch ein anderes, mehr brennbares Metall, mit der Salzſäure, oder mit einer anderen ſtarken gewäſſerten Säure — Azotſäure (Salpeterſäure) und Oxychlorſäure (desgleichen: Oxymanganſäure und ähnliche, oxydirtes Waſſer zum Mitbeſtandtheil beſitzende Säuren) ausgenommen — erhizt, wo dann das mehr brennbare, als ſolches gegen das minder brennbare elektropoſitive Metall, z. B. Zink, das gegen die meiſten übrigen Erzmetalle, unter Mitberührung von wäſſerigen Säuren +E erhält, und, Waſſer zerſetzend, ſich des elektronegativen Oxygen aus dem zerſezt werdenden Waſſer bemächtiget (damit Zinkoxyd bildend, das die gegenwärtige Säure ſofort auflöſ't, ein im Waſſer gelöſ'tes Zinkoxydſalz mit demſelben darſtellend), deſſen Hydrogen dagegen, im Zuſtande der ihm ſelber gleichnamigen, nämlich poſitiven Elektriſirung, oder, was daſſelbe ſagen will: im Zuſtande des Aufgelöſ'tſeins in —E (je zwei Gegenſtoffe, die ſich chemiſch verbinden, vereinigen ſich in Form ſogenannter elektriſcher Flüſſigkeiten, d. h. ſind dem chemiſchen Zuſtande nach elektriſch-flüſſig, und entweder in ſog. +E oder in ſog. —E aufgelöſ't, oder der einen oder der anderen Wirkungsform nach elektriſch-bewegt) nicht zur Annäherung beſtimmend, ſondern dem entſprechenden elektronegativ geladenen flüſſigen Stoffe, in obigem Falle dem mit in der Flüſſigkeit vorhandenen elektronegativen Metalle, zuweiſend. In dieſem Zuſtande des elektriſchen Flüſſigſeins ergreift nun das +E geladene, aus dem Waſſer oder aus der Salzſäure frei werdende Hydrogen das mitaufgelöſ'te, elektronegative Metall, und bildet damit Metallwaſſerſtoffgas; wie man ſo z. B. ſehr leicht Stibwaſſerſtoffgas, Zinnwaſſerſtoffgas ꝛc. darſtellen kann. Alle Stoffe,

16) Kennenswerthe Verſuche über das Verhalten des angezündeten Schießpulvers in verſchiedenen Gaſen und Gasgemiſchen verdanken wir Meinecke, weiland Profeſſor zu Halle (und Mitherausgeber von Schweigger's Journ. v. XXVII.—XXXVIII B.; er ſtarb den 26. Aug. 1823), vergl. S.'s Journ. X. 201 ff. M. füllte kleine, enge, 1 bis 2 Linien weite, am einen Ende durch einen der ſenkrecht geſtellten Röhre zum Boden dienenden Kork geſchloſſene Röhren von Schilf, Stroh (Strohhalme) Thon oder auch von Eiſenblech mit höchſt fein zerriebenem Schießpulver (Musketenpulver, aus 76 Salpeter, 14 Faulbaumholzkohle und 10 Schwefel zuſammengeſezt) brachte dieſe unter oben geſchloſſene, ſenkrecht ſtehende, 12—15 Zoll hohe und etwa 2 Zoll weite, zur Hälfte mit reinſtem Waſſer gefüllte und damit unten umgebene (damit geſperrte) Hohlcylinder von weißem Glaſe, ſo daß ſie im Cylinder über das Waſſer beträchtlich hinausragten, und zündete das Pulver dann durch ein Brennglas an. Geſchah das Durchſchieben ſolcher Röhren hinreichend ſchnell, ſo drängte ſich hiebei kein Waſſer durch die Oberfläche des feſt, eingedrückten Schießpulverſtaubes zu dieſem hinein, vollſtändiger wurde jedoch ſolch' Eindringen verhütet durch etwas flüchtiges Oel, womit man kurz zuvor die Pulver-Oberfläche beſtrichen hatte. Die Schießpulverſtaubmaſſe der Röhre durfte jedoch keine Körner, und noch viel weniger ſog. leere Zwiſchenräume darbieten; denn in dieſem Falle erfolgten ſtets die heftigſten Verpuffungen. Glasröhren durften zur Aufnahme der Pulvermehlmaſſe nicht gewählt werden, denn dieſe zerſprangen ſtets. In blechernen Röhren brannte das Pulver nicht vollſtändig ab, weil ſich der Pulverrückſtand (größtentheils Schwefelkalium) in denſelben, vermöge der in der Hitze erfolgenden Anziehung zum Metalle, feſtſezte. Sollte jedoch das Entzündetwerden der Röhre ſelbſt vermieden werden, ſo blieben nur Röhren von Thon oder Eiſenblech zu wählen übrig. M. ſtellte ſeine Verſuche an mit Oxygengas (O), Azot- oder Stickgas (A oder N), atmoſphäriſcher Luft, Hydrogengas (H), Knall-Luft (oder Knallgas, 2 Maaß H vermiſcht mit 1 Maaß O; vergl. oben S. 489, Anm.), Azotoxyd- oder Salpetergas (AO), Azotoxydul- oder oxydirtem Stickgas (A_2O) Pulvergas (gewonnen durch Anzünden von in einer engen Röhre enthaltenem Mehlpulver, und ſchnelles Untertauchen des

wenn ſie aus ihren Verbindungen friſch geſchieden worden, ſind, in dem ihnen möglichen Grade, elektriſch gegenthätig, und gehen ſo Verbindungen ein, zu denen ſie nie gelangen, wenn ſie, ſchon iſolirt und für ſich dargeſtellt, ſolchen anderen Stoffen dargeboten werden; wie denn z. B. Hydrogengas, im Momente der Entwickelung aus dem Waſſer der hiemit verdünnten, Zink oder Eiſen berührenden Schwefelſäure ſofort Phosphor auflöſ't, damit Phosphorwaſſerſtoffgas darſtellend.

Dampfmaſchine, in dem fürſtlich Schwarzenberg'ſchen Garten zu Wien, einen Springbrunnen von ungewöhnlicher Höhe und Stärke treiben; vergl. Förſter's: Die Höfe und Cabinette Europas. II. 2. Abſchn., S. 106. Potsdam 1836. 8. Erbauer derſelben war der rühmlich bekannte Baumeiſter Fiſcher, von Erlach. Ein kupferner Keſſel von 6 Fuß Durchmeſſer wurde von dem Ofen, in den er eingemauert worden, ſo geheizt, daß ihn das Flammenfeuer zweimal umfluthete, dergeſtalt: daß im Kamin aller Rauch verbrannte. Dieſe Feuer=Umkreiſung verurſachte eine große Hitze, ſo daß man innerhalb 24 Stunden doch nicht mehr als 1½ Klafter Holz zu verwenden nöthig hatte. Der Keſſel war mit einem gewölbten Deckel verſehen und etwas über ¾ ſeiner Innenhöhe mit Waſſer gefüllt. Auf denſelben fand man eine metallene Platte gelöthet, und in Mitten dieſer Platte eine, aus einem Stück gegoſſene, ſenkrecht ſtehende, 9 Fuß hohe und 2 Fuß Queerdurchmeſſer habende, 1200 Pfund wiegende Röhre ſo befeſtigt, daß der Dampf anſteigend in ihren Hohlraum gelangen, und den dieſen ringsum, bis zu einer gewiſſen Höhe, genau ausfüllenden beweglichen, mit einer Kolbenſtange verſehenen metallenen Kolben in die Höhe zu ſchieben vermochte, was, nachdem nach jedesmaligem Hub, durch Einſpritzen von kaltem Waſſer, der Dampf wieder zu tropfbarem Waſſer verdichtet worden (und mithin der von Außen her gegen den Kolben gerichtete Luftdruck nun, einſeitig wirkend, den Kolben wieder in die durch das Abkühlen entſtandene Dampfleere, alſo in den unteren Hohlraum der Röhre getrieben hatte), in einer Minute 15 Mal erfolgte. — In der von dem M. v. Worceſter angegebenen Dampfmaſchine war das Gefäß ſo eingerichtet, daß es wechſelweiſe mit einem Dampfkeſſel verbunden (und ſo mit Dampf geſpeiſet) und mit einem kaltes Waſſer enthaltenden zweiten Keſſel oder Behälter verbunden werden konnte, deſſen Waſſer dann von dem eingetriebenen Dampfe hinausgeſchoben, und ſo z. B. in Form eines künſtlichen Springbrunnens zum Anſteigen nach Außen hin gebracht wurde. Da man vorausſezte, daß das Gefäß (d. i. der Vertreter der zuvor erwähnten Röhre in Fiſcher's Maſchine) anfänglich von atmoſphäriſcher Luft erfüllt ſei, ſo ließ man zunächſt, mittelſt eines Hahnes, aus dem Dampfkeſſel Dampf hineintreten: um die Luft auszutreiben, ſchloß dann dieſen Dampf zuleitenden Hahn, und führte dagegen, durch Oeffnen eines zweiten Hahnes, einen Stral kalten Waſſers in das Gefäß, der dann, den Dampf verdichtend, einen leeren Raum erzeugte, und ſo Waſſer aus dem Kaltwaſſer=Behälter in das Gefäß fließen, und dieſes damit füllen machte. Ward nun dieſer leztere Hahn wiederum geſchloſſen, ſo wurde, durch dieſelbe Hahndrehung, der dampfführende Hahn wieder geöffnet, durch denſelben hierauf ein ſtarker Dampf in das Kaltwaſſer=Gefäß gelaſſen, und ſo von deſſen Waſſer, durch den gegen ſeine Oberfläche gerichteten Druck, zu einer Steig-

röhre hinausgetrieben, ſo viel wie man verlangte. Man ſieht hieraus, daß dieſe in der Folge zwar verbeſſerte, aber dennoch in ihrer Wirkſamkeit eben ſo ſchwierige als beſchränkte, ſelbſt bei aufmerkſamer Behandlung ſtets mehr oder weniger gefährliche, und aus dieſen Gründen nie in nur einigermaßen allgemeinen Gebrauch gelangte Worceſter'ſche oder Savery'ſche Maſchine im Weſentlichen geſtüzt war auf Einrichtung und Wirkungsart des Herons=Balles (vergl. einſtweilen m. Grundz. d. Phyſ. u. Chem. II. 190), und in der That, wenn es nur gilt durch den Druck einer gaſigen Flüſſigkeit (im gewöhnlichen Herons=Ball: durch den der eingeſchloſſenen, oberhalb des ebenfalls eingeſchloſſenen Waſſers lagernden, beim Erhitzen das Waſſer zur Steigröhre hinaustreibenden Luft) das Waſſer zu beliebigen Höhen emporzuſchieben, ſo reicht auch ein ſtarker Keſſel, deſſen luftdicht eingefügten Deckel eine in ihn gasdicht eingefügte Röhre feſthält, welche mit ihrer unteren Mündung nahe an den Boden des, etwa bis zu ⅚ ſeiner Höhe mit Waſſer erfüllten Keſſels herabreicht, während ſie mit ihrer obern Mündung zu mehr oder weniger beträchtlichen Höhen hinaufgeht, hiezu ſchon hin; man darf dann nur den Keſſel erhitzen, oder zu der von ihm ſchon eingeſchloſſenen Luft noch neue Luft hinzupumpen, um (im lezteren Fall, nach Art der — mit Windkeſſel verſehenen Feuerſpritzen) ſeinen Zweck zu erreichen, und preßte man während deſſen zugleich, mittelſt einer Druckpumpe (a. a. O. S. 185) ſtets wieder Waſſer in den Keſſel hinein, ſo würde man dieſes Waſſer, ſammt dem zuerſt in den Keſſel gebrachten, fortdauernd oben (z. B. außerhalb eines Bergwerk-Schachtes) im Aus- und Abfließen erhalten können*). Robert Hook,

---

*) Es fragt ſich, ob es nicht in Gegenden, wo die hohen Preiſe der Brennſtoffe den Gebrauch der Dampfmaſchinen ſehr erſchweren, rathſam wäre zu verſuchen, zu welchem Preiſe man das Grubenwaſſer mittelſt eines Herons=Balles zu Tage zu fördern im Stande ſei, wenn man in denſelben einer Seits das Waſſer, anderer Seits Luft, mittelſt Druckpumpen, eintriebe, und ſo das eingepumpte Waſſer zwänge, lediglich durch die Steigröhre hinauszuſteigen, ohne es, mit Luft gemiſcht, erſt noch höher ſtehenden ähnlichen Vorrichtungen zuzuführen. — Etwas der Art leiſtete, oder war vielmehr zu leiſten beſtimmt, jene ſog. Luftmaſchine, welche im Jahr 1753 der Oberkunſtmeiſter Joſeph Carl Hoell, in dem Amalienſchacht zu Schemnitz in Ungarn angelegt hatte, und die dem Herons=Brunnen (m. Grundz. a. a. O. S. 106) ähnelte; beim Oeffnen ihrer Hähne gefror ein Theil des hervorſtrömenden Waſſers lediglich in Folge der plötzlich ſehr vermehrten Wärmecapacität der ſehr zuſammengepreßt geweſenen, nun auf einmal ſtark ausgedehnten Luft, vergl. oben S. 329; vergl. St. Poda's (weiland Lehrers der Mathematik zu Schemnitz) Beſchreibung der beim Bergbau zu Schemnitz errichteten Maſchinen, Prag 1771. 8. S. 57—61; vergl. auch Delius, Anleit. zur Bergbaukunſt, Wien 1773, S. 389. Sie hob in einer Stunde 399 Eimer, oder 698,35 franzöſ. Cubikfuß durch eine Höhe von 16 Lachter, wurde aber im Jahr 1769 wieder abgebrochen, vermuthlich weil man ihre Wirkung nicht ſo groß fand, als man wünſchte. Eine Verbeſſerung erfuhr dieſe Vorrichtung, in welcher das Waſſer durch hineingepreßte Luft leichter gemacht (in

Desaguliers u. A. vereinfachten (1717) Savery's Maſchine, die man, ihrer Wirkungsweiſe nach, auch die Adſpirations-Maſchine

---

ſeinem Eigengewicht gemindert) wird, um ſo in Saugpumpen zu Höhen emporgehoben werden zu können, welche die gewöhnliche Pumpen-Steighöhe des Waſſers (= 32 bis 33 Fuß; nämlich gegen 14 Mal höher als die Schwebhöhe des Mercurs in der Barometerröhre) nicht zu gewähren vermögen: durch Profeſſor Reſener zu Berlin, der auch die Wirtz'ſche Spiralpumpe vervollkommnete, und zur Hebung von Waſſer noch eine eigene Vorrichtung in Vorſchlag brachte (vergl. Gilbert's Anm. XLIII. 167, 391 und 402) und durch den franzöſiſchen Hydrauliker und Mechaniker Manoury-Dectot (a. a. O. 153 ff.) Des lezteren Erfindungen und Vorſchläge bezweckten: bei einer gegebenen Druckhöhe des Waſſers daſſelbe (oder vielmehr einen Theil deſſelben) über die Höhe ſeines Trägers oder ſog. Reſervoirs hinaus zu heben, mittelſt einer Maſchine, deren Theile ſämmtlich „feſt" ſtehen, und wo alſo weder Hebel, noch Räder, noch Kolben, noch Ventile, noch irgend andere bewegliche Theile mitwirken. Dieſes ſollten gewähren (und würden es auch ſehr wahrſcheinlich leiſten) jede von den drei nachbenannten Vorrichtungen, von denen die beiden erſteren allerdings ſchon Vorgänger hatten, die leztere jedoch ſtreng genommen des Vorläufers entbehrt, denn auch Mongolfier's hydrauliſcher Widder z. B. (Grundz. II. 153 ff.), dem ſie unter allen ähnlichen Vorrichtungen in gewiſſer Hinſicht nahe kommt, weicht mit ſeiner Einrichtung von der ihrigen weſentlich ab; 1) ſein jeweiliger oder intermittirender Heber (siphon intermittent); 2) ſein Hydräolus (benannt nach den griechiſchen Benennungen von Waſſer und Wind; l'hydreole von ὑδωρ Hydor, Waſſer, und Αιολος Aeolos Wind) und 3) ſeine Waſſerſchwankungs- oder oscillirende Säule (Colonne oscillante). Die erſtere dieſer Vorrichtungen iſt aus dem Vexierbecher bekannt, und findet ſich in den periodiſchen oder Hungerquellen, dem Cirknitzer See, Bauerngraben im Mansfeld'ſchen ꝛc., ſo wie in dem unter Colbert 1664 aufgeführten, 1681 zuerſt befahrenen Canal von Languedoc als jenes Wirkende vor, was zur Zeit der Waſſerfülle dieſe theils natürlichen, theils künſtlichen Behälter ſich leeren, und zur Zeit des Regen-Nachlaſſes ſich allmälig wieder füllen läßt (m. Grundz. a. a. O. II. 179 ff.); Heronsbrunnen, deren untere Waſſerbehälter ſich durch Heber von ſelber entleeren, ſobald ſie mit Waſſer gefüllt erſcheinen, und die dadurch dieſe Brunnen, als Springbrunnen im Gange erhalten, welche einen beträchtlichen Theil ihres Waſſers aufwärts ſteigen, höher ſtehende Brunnen gleicher Art ſpeiſen, und ſo endlich zu oberſt Waſſer zum Abfluß aus der urſprünglichen Tiefe fördern machen, bieten die von Manoury bezweckte Verwendung des intermittirenden Hebers dar. Die andere der Vorrichtungen beruht zunächſt, wie Hoell's Luftmaſchine, und wie die Pumpe von Sevilla, auf Vermiſchung eines Theiles des Waſſers mit, durch ſehr enge Oeffnungen in dünnſten Stralen beigebrachte, und in daſſelbe eingeführte Luft, weicht aber dadurch von der genannten Maſchine ab, daß in ihr die, mittelſt der beigemiſchten Luft an ſich leichter gewordene Waſſerſäule; durch eine zweite, nicht mit Luft geſchwängerte, und daher ſchwerere Waſſerſäule, von der Seite her höher hinaufgeſchoben wird, als ſie, wenn ſie luftfrei wäre, zu ſtehen kommen würde. Mittelſt eines jeweiligen Hebers wird fortdauernd die erforderliche Luft, zum Eindringen in das Waſſer jenes Rohres getrieben, das, mit Luft geſchwängert, zum Höheranſteigen gebracht werden ſoll. Beim Herausdringen dieſes Luft-haltigen Waſſers aus der Springröhre entſteht durch den Stoß ein auffallender Harmonica-ähnlicher Ton. Die dritte Vorrichtung ſtellt einen umgekehrten Heber dar, in deſſen kürzeren Schenkel das in denſelben eindringende Waſſer jenes Waſſer, welches den beide Schenkel verbindenden Röhrentheil füllt, in Schwankung verſezt, vermöge welcher es in den längeren Schenkel zu wachſenden Höhen emporgetrieben wird, weil jene kleine

zu nennen, oder vielmehr in die Klaſſe der alſo genannten Maſchinen zu bringen pflegt, während Newcomen's und Cawley's Maſchine den ſog. Cylinder- oder Kolben-Maſchinen zugezählt wird. Eine erſte ausführlichere Nachricht von S.'s Maſchine enthalten die Philos. Transact. vom Jahr 1694; Wilken's und Carradori's Waſſerdampf-Luftpumpe (Gren's Journ. d. Phyſ. VI. 6 ff.) und Franklin's Rad, ſo wie v. Kempelen's Maſchine, beruhen auf demſelben Erfahrungs-Grundſaz. — In Fiſcher's Pumpe war die „Kolbenſtange" oder der Stempel (ſo nennt man ſie bei Pumpen, während die Pumpenröhre ſelbſt der Stiefel genannt zu werden pflegt; ſ. oben S. 31) in Verbindung geſezt mit jener einer (Druck-) Pumpe, welche das Waſſer aus einem 40 Fuß tiefen Brunnen zu heben hatte, um es in den großen Waſſerbehälter des Gartens auszuſchütten. Der Queerdurchmeſſer dieſer großen Pumpe betrug 6⅓ Zoll, ihr ſog. Hub 6 Fuß. Sie ging ebenfalls in jeder Minute 15 Mal auf und nieder, und goß das unterſte Waſſer in's oberſte Reſervoir. Ihr Hebebaum war 24 Fuß lang, 2 Fuß breit und 18 Zoll dick. Weil dieſe Pumpe ſtoßweiſe ging, ſo hatte man, um größere Ausfluß-Gleichheit zu erlangen, ein Luftrohr aufgeſezt, damit nicht durch gar zu große Gewalt die hölzernen Waſſerleitungsröhren, die den Garten durchzogen, zerſprengten. Dieſe Maſchine förderte, mittelſt des Dampfes binnen 24 Stunden 1800 Eimer über 300 Klafter weit, in der Gere (Diagonallinie), was in ſenkrechter Höhe 75 Fuß betragen hätte, und was, bei verhältlich geringer Feuerung, durch die Handleiſtung und Beaufſichtigung nur eines Mannes verrichtet ward. Es hatte dieſe Maſchine 20,000 Gulden (= 24,000 fl. rheiniſch) gekoſtet; jezt erbauet würde ſie freilich beträchtlich größeren Koſtenaufwand verurſacht haben*). Ein in den Jahren 1792 und 1793 ohnfern Hettſtädt, im Mansfeld'ſchen errichtete ſog. Feuermaſchine (eine Watt'ſche Dampfmaſchine ſ. w. unten, und vergl. deutſche Monatſchr., März 1793) hatte 30,000 Thaler (= 52,500 fl. rhein.) gekoſtet, forderte damals täglich für 50 Thaler (= 87 fl. 30 kr.) Feuerungskoſten, nämlich 24 Bergſcheffel Dresdener Steinkohlen, die man den (Hettſtädt weit näheren) Löbegüner Steinkohlen vorzog, weil ſie ſtärkeres Feuer gaben, und hob, mittelſt des Pumpenwerks, in einer Minute 68, folglich

---

Waſſermenge, welche durch den Rückdruck des im größeren Schenkel emporgetriebenen Waſſers, zur erzwungenen Ruhe gelangt, dadurch abfließen kann, daß in dieſem unterſten Röhrentheil beide Schenkel mittelſt einer kleinen Oeffnung unterbrochen ſind. Indem die rückdruckende Kraft ſich gegen dieſen abfließenden Waſſertheil richtet, bleibt die ſich ſtets erneuernde Stoßgewalt des in dem kürzeren Schenkel unaufhörlich nachfließenden Waſſers ungeſchwächt, und zeigt ſich mithin, kraft der Trägheit, beſchleunigt bewegend.

*) Ein im laufenden 1838ſten Jahre erbautes eiſernes Dampfſchiff von 150 Pferdekraft, das 200 Tonnen faßt, koſtete 100,000 Thaler.

in 24 Stunden nahe 98,000 (nämlich 97,920) Kubikfuß Grubenwaſſer bis zum Abflußſtollen; eine Leiſtung, welche 180 Pferde erfordert haben würde. Aus vielen, Behufs der Beſtimmung der Pferdekraft von Watt und Boulton angeſtellten Verſuchen ergab ſich, daß ein Pferd mittlerer Stärke, bei achtſtündiger täglicher Arbeit in einer Minute ein Gewicht von 32,000 (oder genauer 32,400 Pfund hebt; nämlich angenommen daß es in einer Minute 180 Fuß durchſchreitend 180 Pfund hebt, 180 Mal 180 = 32,400) Pfund Avoirdupois 1 engl. Fuß hoch, und in einer Stunde ein Gewicht von 265,630 Kilogramm (d. i. 1 Kilogramm zu 2 Pfd. 5 Quentch. 49 Gran oder = 15,709 Gran berechnet, gleich 54,333,094 bürgerl. Pfd., oder 1 Kilogramm = 1000 Gramm, deren 560 auf ein neu baieriſches bürgerl. Pfd. gehen, gleich $474{,}339\,\frac{2}{7}$ neu-baieriſche Pfunde; 1 Kilogramm = $1\frac{11}{14}$ neu-baieriſche Pfunde) d. i. ungefähr dem Gewicht von 265 Cubikmeter Waſſer gleich, um 1 Meter zu erheben vermag. Smeaton ſchäzt aber dieſe Kraft für die Minute, bei der bemerkten Hebungshöhe, nur der von 22,916 Pfd. oder von 190 Würfelmeter Waſſer gleich, während Desaguliers ſie für die Minute zu 27,500 Pfd. annimmt, und Clement erachtet ſie noch geringer *). Oben S. 347 Anm. war ſie, annähernd der

*) Ueberhaupt weichen die Beſtimmungen deſſen, was man Pferdekraft zu nennen hat, bei den Phyſikern ſehr von einander ab. So iſt Prof. Gregory geneigt für die wahre Wirkung einer achtſtündigen Arbeit eines ſtarken engliſchen Karrengauls, für jede Sekunde, die Hebung eines Gewichtes von 150 Pfund zu 3 Fuß (d. i. zu nahe 1 Meter) Höhe zu rechnen; der Secretair der Geſellſch. der Künſte und Gewerbe zu London, More, beſtimmt dagegen, mittelſt eines Kraftmeſſers (Dynamometers) die Kraft eines Pferdes beim Pflügen zu 70—80 Pfund, bei einer Geſchwindigkeit von 5 engl. Meilen in einer Stunde, d. i. $4\frac{2}{9}$ Fuß in einer Sekunde. Gregory's Schäzung entſpricht dem Heben eines Gewichtes von 23,400 Pfd., More's Meſſung jenem von 17,700 bis 20,270 Pfd. in einer Minute. (Noch geringer iſt die Wirkung der Kraft eines ziehenden Pferdes beim Bewegen in die Runde.) Dieſe Ungleichheiten veranlaßten einen Ungenannten vorzuſchlagen: die Güte der Dampfmaſchinen nicht mehr nach Pferdekraft, ſondern nach ihrer wirklich erprobten und genau bemeſſenen Wirkung, ſo wie nach ihrem Brennſtoff-Verbrauch zu ſchäzen. Z. B. Hat der Cylinder der Watt'ſchen einfachen Maſchine 21,125 Zoll Weite, ſo bietet der Kolben eine Oberfläche von 21,125 Mal 21,125 = 446,265,625 (oder etwas über $446\frac{1}{4}$) Kreiszollen dar. Bei der durch den Druck der Luft getriebenen Newcomen'ſchen Maſchine rechnet Smeaton den wirkenden Luftdruck für jeden Kreiszoll zu 7 Pfd. Avoirdupois, für Watt's Maſchine zu 10 Pfd. Dieſes gibt den wirkenden Druck auf den Kolben der im Gange ſeienden Maſchine im erſten Fall zu $2123\frac{3}{4}$, im lezteren zu $4462\frac{1}{2}$ Pfd. Der Kolben-Hübe ſind 23 in einer Minute, jeder zu 4 Fuß; mithin durchläuft der Kolben in einer Minute eine Länge von 184 Fuß; ihre mechaniſche Wirkung iſt alſo gleich 184 Mal $462\frac{1}{2}$ = 821,100 Pfd., und wollte man, zum Nachtheil des Maſchinen-Baumeiſters, den erſten Anſatz gelten laſſen, gleich 184 Mal $5125\frac{3}{4}$ = 57,460 Pfd. oder ſo viel Pfund hebt die Maſchine in einer Minute 1 Fuß hoch, was nach Watt durch Pferdekraft dividirt bei 7 Pfd. Kreiszoll-Druck 18, bei 10 Pfd. hingegen 25 Pferdekraft gibt.

Watt'ſchen Beſtimmung, zu 500 Pfd. in einer Sekunde, d. i. 30,000 Pfd. in einer Minute (zu 1 Fuß Hubhöhe) angenommen worden. Vermag nun eine Maſchine in einer Stunde 10 Mal 265, d. i. 2650 Würfelmeter Waſſer, zur Höhe von 1 Meter zu erheben, ſo wird ſie arbeiten mit 10 Pferdekraft; oder hebt ſie, was daſſelbe ſagen will, in einer Stunde 265 Würfelmeter zu 10 Metern Höhe, oder 26,5 zu 100 Metern Höhe, ſo kann man ihr die Kraft von 10 Pferden beilegen*).

21) Jede der bisher nacheinander erfundenen und in Gebrauch genommenen Dampfmaſchinen hat zunächſt zur Aufgabe: abwechſelnde Entwickelung mehr oder weniger hoher Spannung (oder Spannkraft, d. i. Dehnungsdruckkraft; ſ. oben S. 185) des Dampfes und plötzliche Verdichtung (ſog. Niederſchlagung) deſſelben zu tropfbarem Waſſer durch Abkühlung, und durch dieſen Wirkungswechſel: wechſelnde Drehung eines, gewöhnlich mit dem Kolben oder Stempel verbundenen Hebels (oben S. 46; es gibt jedoch auch Dampfmaſchinen ohne Kolben). Ueberhaupt aber kennt man bis jezt folgende Hauptarten von Dampfmaſchinen: 1) Adſpirations- oder Savery'ſche Maſchinen (ſ. oben); 2) Rotirende Maſchinen; 3) Cylinder- oder Kolben-Maſchinen: a) mit Dampfdruck wirkende, und zwar

*) Obige Hettſtädter Dampfmaſchine war die erſte in Deutſchland errichtete Watt'ſche, ſie wurde von dem K. Preuß. Oberbergrath Bückling auf königliche Koſten erbauet, als man bei dem daſigen Bergwerke zu einer ſolchen Tiefe gekommen war, daß 108 Pferde nicht mehr hinreichten, das Grubenwaſſer zu wältigen. Die Einrichtung der Watt'ſchen Maſchine war damals noch durchaus geheim gehalten, und nur der großen Beharrlichkeit im Nachforſchen des Genannten verdankt Deutſchland deren erſte Veröffentlichung, mittelſt Errichtung jener erſten Hettſtädter Maſchine. Man erhielt durch dieſelbe dem dortigen Bergwerke ein Revier, welches außer dem hätte aufgegeben werden müſſen, und konnte bald mit den Schachten noch um 25 Lachter tiefer gehen, als man bis dahin gekommen war. Man vergrößerte ſie in ſpäterer Zeit, indem man ihrem eiſernen Cylinder ſtatt 28 Zoll deren 32 und dann 48'' im lichten Durchmeſſer gab; man erbaute dann um 18,000 Thaler zu Wimmelburg eine zweite von 36'' Cylinder-Queerdurchmeſſer; ſie brachte in 24 Stunden 1440 Würfelfuß Waſſer zu Tage. Die zu Hettſtädt errichtete ließ man, da ſie, trotz aller Erſpahrung, doch mehr koſtete, als ſie eintrug, in ſpäterer Zeit wieder eingehen. Man würde übrigens dergleichen bei Bergwerken zur Grubenwaſſer-Entfernung errichtete Dampfmaſchinen zugleich auch ſehr wohl zum Pochen (Zerkleinern) und überhaupt zur Aufbereitung der Erze benutzen können, wenn man es in manchen Gegenden nicht vorzöge, dergleichen Arbeiten von Menſchen vollziehen zu laſſen — um dieſen Brod zu geben. Die Heizung der Hettſtädter, und ſpäterhin der unfern Eisleben bei Wimmelberg errichteten Maſchine, ward übrigens ſchon ſeit vielen Jahren nicht mehr mit Steinkohlen, ſondern mit den weit wohlfeileren Braunkohlen der dortigen Gegend bewirkt, und während dieſe Maſchinen ehemals in 24 Stunden deren 60 bis 100 Bergſcheffel erforderten, die 60 bis 100 Thaler koſteten, hatte man, in Folge zweckmäßigerer Einrichtung, nur 20 bis 24 Scheffel (und Thaler) nöthig. Die zu Wimmelburg forderte (im Jahr 1815) nur um 7 bis 10 Thaler Braunkohlen oder bituminöſes Holz; ſ. m. deutſch. Gewerbsfr. I. 260.

α) mit *niedrigem* Druck und β) mit hoher Preſſung oder *Hochdruck*; b) mit *Luftdruck* wirkende, ſog. atmoſphäriſche oder *Newcomen'ſche*; 4) *doppelt wirkende Expanſionsmaſchinen*. Andere laſſen ſie zerfallen 1) in Maſchinen, welche nur durch *Dampfdruck* wirken (und nach der Wirkung den Dampf entlaſſen) oder *Hochdruckmaſchinen*; 2) nur durch *Condenſirung* wirkende oder *atmoſphäriſche*; 3) *zugleich* durch *Dampfdruck* und *Condenſirung* wirkende, oder *Watt'ſche*; 4) *rotirende* und 5) Maſchinen *ohne Kolben*. — *Savery's* oder *Worceſter's* Maſchine fordert nicht nur, wie ſchon bemerkt, große Koſten, ſowohl zur Herſtellung als auch zur Wirkſam-Erhaltung, ſondern zeigte ſich auch, als man ſie nach einem großen Maßſtabe darzuſtellen und in Gang zu bringen verſuchte, in ihrem Wirken eben ſo eingeſchränkt und ſchwierig, als ſelbſt auch, bei nicht ſehr großer Aufmerkſamkeit, in der Behandlung ſehr gefährlich. Da man nun fand, daß die große Spannung des Dampfes, die ſie gefährlich machte, unnöthig ſei, ſo ſorgte man dafür, dieſe Spannung nicht höher eintreten zu laſſen, als jene iſt, welche die atmoſphäriſche Luft darbietet; man benutzte daher den Dampf nur als Mittel: um durch deſſen Verdichtung — bewirkt durch Einſpritzung kalten Waſſers — ſchnell einen möglichſt leeren Raum zu beſchaffen. Aber es ging in dieſer neuen Art von Dampfmaſchinen (d. i. in der *Newcomen'ſchen*) ungeheuer viel Wärme verloren, durch die Weiſe wie man die Dampf-Verdichtung und dadurch den leeren Raum zu Stande brachte; eine Maſchine der Art, welche einen Cylinder von 3 Fuß im Durchmeſſer hatte, und ununterbrochen arbeitete, erforderte jährlich faſt 3000 Tonnen vorzüglicher Steinkohlen *), der durch den vom Arbei-

*) Nämlich 2000 Londoner *Kohlenmalter* (Chaldron), deren jeder 36 Scheffel enthält. 100 Pfund der beſten *Newcaſtle-Kohlen*, in den damals vorzüglichſten Oefen, Behufs der Waſſer-Erhitzung verbrannt, verwandelten ungefähr 1 ½ Wein-Orthofte Waſſer im ſiedenheißen, dem Druck der Luft das Gleichgewicht haltenden Dampf. — Neueren Meſſungen zufolge reicht *ein Buſchel* Steinkohlen beſter Artung, d. ſ. 81 Pfund, zur Heizung einer *Perkins'ſchen* Hochdruck-Maſchine (ſ. w. oben) hin, um darin ſo viel Waſſer in Dampf möglichſt zuläſſiger hoher Spannung zu verſetzen, daß dadurch 54,027 *Tonnen* (à 2000 Pfd. = 108,054,000 Pfd.) um 1 engl. Fuß hoch gehoben werden können. Hienach wird alſo eine Laſt von 667 Tonnen (= 1,334,000 Pfd.) eben ſo hoch durch 1 Pfd. Steinkohlen und eine von 417,000 Pfd. durch 1 Loth zu derſelben Höhe gebracht werden können. Auch würden, denſelben Beſtimmungen gemäß, 16 Loth ſolcher Steinkohlen hinreichen, „*einen*" *Dampfwagen* von 2000 Pfd. oder einer Tonne, auf einer wagrechten *Eiſenbahn* 1 engliſche Meile weit zu bewegen, woraus denn weiter folgt, daß wenn eine dergleichen Eiſenbahn in gleicher geringſter Höhe, d. i. in einer der Meeresfläche gleichkommenden, in der Aequatorialgegend rings um die Erde gelegt werden könnte, es 15,500 Pfd. oder nur 6 ¾ Tonnen oder 450 Schiffspfund beſter Steinkohlen bedürfen würde, um einen Dampfwagen von 1 Tonne Gewicht ſolche Bahn — Falls der Wagen in 7 Minuten 5 engliſche Meilen zurücklegte (was noch nicht die bis jezt erlangte größte Dampfwagen-Geſchwindigkeit iſt) — binnen 37,800 Minuten, d. i.

ter rechtzeitig geöffneten Dampfhahn erfolgten Eintritt des Dampfes in den kalten Cylinder, deſſen Temperatur bis zu 110° F. (= 43°,33 C. oder 34°,22 R.) oder bis zu 100° F. (= 37°,78 C. oder 30°,22 R.) herabgeſtimmt war, ließ nämlich eine große Menge Dampf nutzlos verloren gehen, ein Verluſt, der ſich bei jedem Kolbenzuge erneuerte, weil der Cylinder durch den, mittelſt des nun (von dem Arbeiter) geöffneten Einſpritzungshahns zugetretenen Stromes kalten Waſſers, der zur Dampfverdichtung erforderlich war, immer wieder abgekühlt wurde. Außerdem machte ſchon zuvor das vielleicht noch kältere, auf dem Boden liegende Waſſer, neue Anfeuerung deſſelben nothwendig, da es wieder zu der Temperatur von 212° F. (= 100° C. oder 80° R.) gebracht werden mußte, ehe der Kolben wieder zu ſteigen begann; denn ſobald der Stempel in die Höhe ging, wurde auch mehr von der abgekühlten Cylinder-Oberfläche vom Dampfe (dieſen dadurch verdichtend) berührt; der Kolben konnte aber ſeine ganze Höhe nicht eher erreichen, bis die Temperatur des Cylinders ſich wieder zu 212° F. erhoben hatte. Wurde nun gar etwa zu viel Waſſer eingeſprizt, ſo war der Wärme-Verluſt noch größer, und das konnte ſich, auch bei ſorgfältigen Arbeitern, zum Oefteren wiederholen. Verfiel man aber in den entgegengeſezten Fehler, indem man zu wenig kaltes Waſſer einſpritzen ließ, ſo blieb ein Theil des Dampfes unverändert, wirkte als ſolcher drückend dem Drucke der äußeren Luft entgegen, und machte ſo den Kolben unfähig, das volle Gewicht von 15 Pfd., für jeden Geviertzoll, zu heben. (Erfahrungsgemäß betrug die rechte Menge des erforderlichen kalten — wenigſtens bis zu 99° bis 100° F. = 37°,22 bis 37,78° C. = erkalteten — Waſſers, auf jeden Würfelfuß Dampf — oder, was daſſelbe ſagen will, auf jeden Würfelzoll in ſiedendheißen Dampf zu verwandelndes Waſſer — ein Biermaß.) Um zunächſt dieſen Wärme-Verluſten zu begegnen, verfiel James Watt, der Schüler und Freund Joſeph Black's, im Jahr 1764 darauf, ſtatt das Dampffaſſungsgefäß durch jedes Einſpritzen zu kühlen, dieſe Dampfkühlung nach Art der gewöhnlichen Deſtillation, mittelſt eines beſonderen, kalt zu erhaltenden, von W. Condenſator genannten Dampf-Verdichtungs-Gefäßes, das gleichſam die Vorlage

---

in 630 Stunden oder 26 1/4 Tagen zurücklegen zu machen. (Der Umfang der Erde, in der Aequatorialgegend, an Meeresfläche, iſt nämlich gleich 5400 geographiſche oder 27,000 engliſche Meilen gerechnet worden.) Ein Dampfſchiff würde aber, Falls es nur mit der Geſchwindigkeit des 1834 erbauten amerikaniſchen Dampfſchiffes Laxinton das Meer durchſchnitte (das zur Reiſe von Newyork nach Providence, d. i. zu einem Seewege von 50 geogr. Meilen 11 Stunden Zeit nöthig hatte) zur Beſchreibung des Meerweges von gleicher Länge 1188 Stunden oder 49 1/2 Tage erfordern, und, da dieſer Weg, der zwiſchen liegenden Feſtlande und Inſeln wegen zu befahren unmöglich iſt, mit den Umwegen etwa das Vierfache dieſer Zeit verbrauchen, um ein Mal um die Erde herum zu kommen.

Kupfer ſchmilzt, das zuvor in kleinen Stückchen darunter gemengt worden iſt. Graf Rumford's Verſuchen gemäß übt der Waſſerdampf, der bei der Entzündung des Schießpulvers entbunden wird, einen Druck aus, der (nicht 1000, ſondern) 131,072mal größer iſt, als der mittlere Druck der atmoſphäriſchen Luft. (Iſt jedoch, wie gewöhnlich, die Kohle des Schießpulvers arm an Hydrogen, ſo führt ſich die Wirkung ſolchen Pulvers hauptſächlich auf die der Spannung des nahe weiß glühenden Kohlenſäuregaſes und Azotgaſes zurück, die jedoch bei gutem Pulver nicht viel geringer ausfallen dürfte; ſ. oben S. 483). Sollte daher das Schießpulver nicht als Vertreter des Waſſerdampfs der Dampfmaſchinen dienen können, und ſollte man nicht Pulvermaſchinen (oder vielmehr: Pulvergasmaſchinen) errichten können, wo mittelſt einer gewiſſen mechaniſchen Vorrichtung von Zeit zu Zeit nur entſprechende Mengen (Schießpulvers) in den Raum eines ſtarken (hohlen) Metallcylinders, unterhalb der Grundfläche des in dieſen Stiefel oder Hohlcylinder auf und nieder beweglichen — mit dem Arme eines großen Hebels in Verbindung ſtehenden — Kolbens, gebracht würden, die ſich bald darauf, z. B. mittelſt eines durch die Pulvermaſſe gerichteten (und zweckmäßig geleiteten; oben S. 488, Zuſatz 13) elektriſchen Funkens — eines mit der Maſchine verbundenen Elektrophor's — entzündeten, und nun den Kolben bis zu jener Stelle höben, wo die gepreßten Gaſe zu entweichen hinreichende Oeffnung in der oberen Seitenwand des Stiefels vorfänden? Eine Maſchine der Art wirkſam zu erhalten, würde — bei Erſparung des Dampfkeſſels ꝛc. — verhältnißmäßig ſehr wenig koſten und weit weniger gefahrvoll ſein, als es die meiſten Dampfmaſchinen ſind (oder doch waren zur Zeit, als ich Vorſtehendes für den deutſchen Gewerbsfreund niederſchrieb). Dr. Elard Romershauſen bildete dann, ein paar Jahre darauf, dieſen Gedanken weiter aus, in ſeiner a. a. O. im vierten Bande, S. 33 ff. und S. 41 und ff. befindlichen Abhandlung: Ueber die Kraft des Schießpulvers, nebſt einigen neuen Ideen zur Benutzung derſelben im Kriege und Frieden; erläutert durch eine Kupfertafel; indeſſen hat auch ausführliche Darlegung und Nachweiſung der Möglichkeit, die Kraft des Waſſerdampfes, Behufs der Maſchinenbewegung, durch Pulvergas zuerſetzen, leider noch weiter keine Folgen gehabt *). — Erwägt man, daß jede zu einem Ofenzugrohr, Kamin oder dergleichen

*) Die im Gefolge der Pulververpuffung eintretende ſtarke Hitze glaubt R. von der plötzlich eintretenden heftigen Compreſſion des Oxygengaſes ableiten zu können; a. a. O., S. 34. Es iſt dieſe Compreſſion aber nicht heftiger, wie jede durch chemiſche Bindung von Gaſen durch Gegengaſe erfolgende und im obigen Falle wohl kaum zureichend, nur das Eintreten des Gaszuſtandes, und namentlich das der ſo wärmereichen Kohlenſäure, zu erklären.

hinausſtrömende, mehr oder weniger heiße Luft eine ihrer Temperatur entſprechende Spannung und Bewegungsſchnelle mitbringt, ſo liegt die Frage nahe; ſollte dieſes Gemenge von Azotgas und Kohlenſäuregas nicht als Bewegungsmittel verwendet werden können? Vielleicht in der einfachſten Weiſe, indem man z. B. dergleichen Ausſtrömungsröhren ſo krümmte, daß ihre Mündungen gegen die Schaufeln eines oberſchlächtigen Rades gerichtet erſchienen? Mittelſt eines kleinen Windofens, den man oben mit einem abgeſtuzt kegelförmigen hohlen Aufſatz (Zugrohr) verſähe, deſſen oberer engerer Theil, wie bemerkt, gebogen worden, würde vielleicht auf ſolche Weiſe zum Mittel werden können, gleichzeitig als Schmelz-, Koch-, Diſtillations- ꝛc. Ofen und als Maſchinenbeweger zu nutzen, und ſo die gewöhnlichen Dampfmaſchinen unnöthig zu machen. So lange in ſolchem Ofen das Feuer unterhalten würde, ſo lange würde er auch ununterbrochen ſeine bewegende Kraft entwickeln, ohne je der Möglichkeit irgend einer Art von Zerplatzungsgefahr Raum zu geben (er würde in dieſer Hinſicht nach der oben S. 464 und 466 erwähnten Avery'ſchen Dampfmaſchine durch Rückſtoß wirken), und da man leicht in jeder Haushaltung die Abzugsröhren der Koch- und Stubenöfen auf gleiche Weiſe als Bewegungsmittel in Anſpruch nehmen könnte, ſo gebe dieſe Art von Luftzug-Benutzung ein einfaches Mittel an die Hand, ſowohl über einfache Maſchinenbewegungen jeder Zeit beſtimmen zu können, wie ſie zum Mahlen, Stampfen, Zerſtoßen, Drehen von Rädern, Haſpeln u. ſ. w. erforderlich ſind, als auch die heiße Luft, bevor ſie das Haus verläßt, möglichſt zu entwärmen, und mithin an Erwärmung für das Haus zu gewinnen*).

*) Daß man übrigens die Hitze der Abzugsluft der Oefen aller Art unbeſchadet des Luftzugs zu Gunſten der Anwärmung zu nutzen vermag, zeigt eine neueſte ſinnreiche Erfindung des Pfarrer Elöter in Oberfranken, worauf derſelbe ohnlängſt ein Patent erhalten hat, und die, eben ſo einfach als naturgemäß (indem ſie einerſeits die heiße Abzugluft zwingt: zu Gunſten anderer zu erwärmender Gegenſtände, ſich größeren Theils zu entwärmen, bevor ſie das Haus verläßt, und andererſeits, vor dem Austritt herabſteigend und dann wieder aufſchnellend, von in ſie eindringender kälterer Außenluft, der innerhalb des Gebäudes nächſten Umgebungen des Feuerheerdes, beliebig zu größeren oder geringeren Temperatur-Minderungen gebracht wird), in den Stand geſezt, ein Syſtem von Oeſen alſo geſtellt und eingerichtet aufzuführen, daß die Abzugshitze des erſten Oſens, als des eigentlichen Feuer-Entwicklers und Trägers, dem zweiten, dritten ꝛc. Oſen zu Gunſten ſich in dieſen ſo verbreitet, daß von ihr faſt gar nichts verloren geht, oder auch daß die glühend heiße Abzugsluft, gemiſcht mit atmoſphäriſcher Luft als heiße Luft den Brennſtoff des zweiten Oſens trifft, und ſo in dieſem den Verbrennungshergang beträchtlich beſchleunigt (oben S. 411—414 Anm.), wodurch dann, in einem wie im anderen Falle, ein volles Drittel an Brennmaterial erſpart wird! — Auch in Neilſon's Schmelzofen „mit warmer Luft", und mehr noch in des Lehrſchmid Groß zu Stuttgart hieher gehörigen Gebläs-Einrichtung, die ſich mithin auch in der kleinſten Werkſtatt herſtellen läßt, wird durch Benutzung der Abzugshitze, zur heftigen Anwärmung der dem Brennſtoffe zuzuführenden Luft, bereits viel, an Brennſtoff wie an Zeit, gewonnen und erſpart.

Auch würden alſo in Bewegung geſezte Maſchinen auf die Benennung Feuermaſchinen, mit der man ehemals die Dampfmaſchinen belegte, gegründeteren Anſpruch machen dürfen, als dieſe, da man ſie durch's Feuer aus erſter Hand (faſt unmittelbar) in Gang zu bringen und zu erhalten hätte. Die Dampfmaſchinen wurden nämlich ſonſt „Feuermaſchinen“ genannt.

19) Man hat in neueren Zeiten die Erfindung dieſer lezteren Maſchinen — die in unſerer Zeit, insbeſondere durch die weitere Erfindung der Dampfſchiffahrt und der Dampfwägen, ſammt Eiſenbahnen, eine gänzliche Umgeſtaltung des Völkerverkehrs, und damit (hierin der Erfindung der Buchdruckerkunſt ähnlich) eine neue Epoche in der Geſchichte der Menſchheit herbeizuführen ſich anſchicken; man hat ſie als das Erzeugniß des Scharfſinns vorchriſtlicher Forſcher, und namentlich ſelbſt als das eines Ariſtoteles nachgewieſen wiſſen wollen; indeſſen iſt: Kenntniß haben von der Spannkraft der Waſſerdämpfe, noch keine Verwendung derſelben zur Herſtellung von Maſchinenbewegung, und mit Sicherheit läßt ſich höchſtens nachweiſen, daß bereits im 16ten Jahrhundert Maſchinen bekannt waren, welche durch Waſſerdampf in Bewegung geſezt wurden, und die, da man zur Erzeugung dieſes Bewegungsmittels Feuer verwenden mußte, lange Zeit hindurch, nicht Dampf- ſondern Feuermaſchinen genannt, meiſtentheils jedoch nur zur Zutage-Förderung des Waſſers aus beträchtlichen Tiefen, z. B. des Grubenwaſſers aus den Schachten der Bergwerke, ſeltener zur Herſtellung von ſogenannten Waſſerkünſten, und noch ſeltener zum eigentlichen Maſchinenbetrieb verwendet wurden. — So gedenkt, wie Keßler vor etwa 47—48 Jahren, im I. B. des Bergmänniſchen Journals, im vierten Jahrgange deſſelben (1791) nachwies, ein gewiſſer Mattheſius, weiland Pfarrer zu Joachimsthal (wo er im Jahr 1568 ſtarb) in der zwölften Predigt ſeiner — Sarepta genannten Bergpoſtille, einer Feuermaſchine, durch welche ſchon zu jener Zeit Grubenwaſſer aus anſehnlichen Tiefen hervorgehoben (zu Tage gefördert) und, oben angelangt, zum Ausguß und Abfluß gebracht werden könne, und ſo wurden z. B. auch durch eine ſogenannte Potter'ſche (d. i. die weiter unten zu gedenkende Newcomen- und Cawley'ſche *) Feuerma-

*) Newcomen war Eiſenhändler, Cawley Glaſer zu Dartmouth; beide gaben den Gedanken zu der nach ihnen benannten, gemeinſamen, durch des erſteren Namen bezeichneten Dampfmaſchine; Potter ſchoß nur den größeren Theil der zur Ausführung des Gedankens erforderlichen Summen her; vergl. auch Leupold's Theatrum Hydraul. II. 87 etc. Hergeſtellt wurde die erſte N'ſche Maſchine in den Jahren 1711 und 1712. — Früher aber als dieſe Erfindung, trat jene des Capt. Thomas Savery in's Leben, obgleich auch ſie wahrſcheinlich nicht die erſte Erfindung dieſer Art iſt, ſ. w. unten, indem er nur ausgeführt haben ſoll, was ein Anderer zuerſt gedacht hatte, was der Marquis von Worceſter erfunden, der in England galt als „ein Mann von ausgebreiteten Naturkenntniſſen, und als ein ſehr erfindſamer Geiſt“;

heits=Ventil F verſehen, das man, je nachdem man die Spannung des Dampfes mehr oder weniger erhöhen will, auch mehr oder minder belaſtet. Das in den Condenſator zu ſpritzende kalte Waſſer führt die Kaltwaſſerpumpe, mittelſt eines beſonderen, ebenfalls von der Maſchine bewegten und geregelten Mechanismus, genannt die Steurung, zu; in der Figur 7 ſieht man bei C den Stral kalten Waſſers aufſteigen. — In Newcomen's Maſchine, in der des Kolbens Wirkſamkeit nur beim Herabgehen ſich darthat, fand ſich derſelbe mit dem Balancier, d. i. mit dem großen Hebel NO durch eine, über einen Kreisbogen laufende große Kette in Verbindung geſezt, bei W.'s Maſchine machte jedoch die Unbiegſamkeit der Stangen eine andere Einrichtung nöthig, und weder die Kolbenſtange des zu dem Cylinder KK gehörigen großen Stempels, noch jene der den Condenſator entleerenden Pumpe kk können mit den Armen von NO unmittelbar verbunden werden; indem nämlich jeder Punkt des Hebels NO um ſeinen Drehpunkt im Kreisbogen bewegt wird, ſo würde hieraus ein Antrieb erwachſen: den Befeſtigungspunkt aus ſeiner ſenkrechten Richtung zu bringen, was dann die Zerſchmetterung des Cylinders und Balanciers, und dadurch der ganzen Maſchine zur Folge hätte. Watt hat dieſen Mangel einer vollkommen ſenkrechten von NO aus geleiteten Bewegung der Kolbenſtange des Cylinders KK dadurch abgeholfen, daß er mehrere Metallſtangen uuu in ſolcher Weiſe aneinander beweglich verband, daß ihre, während der Bewegung eintretenden Gegenlagerungs=Aenderung jenen Mangel erſetzen. Auch Räderwerke tragen übrigens das Ihrige bei zur Regelung der Einzelbewegungen, und außer dieſen insbeſondere noch der ſog., in Fig. 7 durch L bezeichnete, Gubernator oder Regulator, beſtehend aus einer ſenkrechten, durch die Maſchine in fortdauernder Drehung erhaltenen, oben ein aus an einander beweglichen Metallſtäben zuſammengeſeztes Parallelogramm tragenden Stange; da dieſes Parallelogramm, in Folge der Drehungs=Verſchiebbarkeit ſeiner Stäbe, in horizontaler Richtung ſich mehr oder weniger zu öffnen vermag, je nachdem die Stäbe mehr oder minder von der Axe (der Stange) entfernt werden, dieſe Entfernungen aber in Folge der Drehung der Axe um ſich ſelber, mithin gemäß der dadurch hervorgehenden Schwunggewalt hervorgehen und daher von der Axendrehungsſchnelle der Gubernator=Stange abhängig ſind, ſo wird auch bei ſchnellerem Gange der Maſchine: des Parallelogrammes obere Spitze tiefer herab, bei weniger raſchem Gange weniger tief, alſo höher hinaufgezogen werden; Veränderungen, welche für die innere Regelung der Maſchine in Beziehung auf Gleichförmigkeit der Wirkung des Dampfes von großer Wichtigkeit ſind, und die dadurch in ihren Grundbedingungen verſtärkt werden, daß man die Metallſtäbe in maſſive Metallkugeln auslaufen läßt, um ſie ſo in den Stand zu ſetzen: mit größerer Ge=

Gewalt den einen Arm eines Hebels zur Drehung zu bringen, deſſen anderer Arm zu einer, queer in den zwiſchen dem Keſſel und dem Cylinder vorhandenen Dampfleitungsröhren befindlichen Platte führt, die, mittelſt ihrer vom Hebel aus bewirkten Drehung, bei zu langſamen Gange der Maſchine, deren Dampfe einen freieren Weg, bei zu ſchnellem hingegen eine engere Bahn zumißt, und ſo alſo im erſteren Falle, für gegebene Zeit: die Menge des zur Wirkſamkeit gelangenden Dampfes vermehrt, und damit die größere, den ſchnelleren Gang erzeugende Wirkung deſſelben zu Wege bringt, im lezteren dagegen die Menge des wirkenden Dampfes mindert, und hiemit die zur Gleichmäßigkeit des Ganges erforderliche Verlangſamung deſſelben herbeiführt. Je weiter die Kugeln auseinanderfahren, um ſo raſcher, je mehr ſie ſich zuſammenſenken, um ſo langſamer iſt der Gang der Maſchine. — Für den Balancier, und mithin für alle durch ihn bewirkten Hebel-Bewegungen, wird die erforderliche Gleichmäßigkeit erzwungen durch das mit denſelben verbundene Schwungrad, das außerdem dazu dient, die Bewegung auf irgend eine andere Maſchine fortzuleiten. Arbeitet z. B. eine wenig mächtige Maſchine für gewiſſe Zwecke mit zu ſchnellem Schwungbalken-Hub — z. B. Behufs der Zutage-Förderung (Aufſaugung) von Soole durch Pumpen — ſo verbindet man das, die Gleichförmigkeit in der Hubwirkung ſichernde Schwungrad, mit einem Triebrade und einem dritten Rade, dem ſog. Vorgelege um ſo Kraft zu ſparen uud die Pumpen gehörig langſam in Bwegung zu erhalten; bei mächtigeren Dampfmaſchinen hingegen iſt jene Stellung die vortheilhaftere, welche die Zugbewegung (z. B. das Aufziehen des Soolpumpen-Kolbens) unmittelbar durch das Ende des zugewendeten Balancier-Armes vollbringen läßt.

22) Eine neuere Einrichtung, welche man der Watt'ſchen Maſchine und den Hochdruckmaſchinen ertheilte, bezweckt die Fortwirkung des Dampfes durch ſeine Spannung oder Elaſticität, nachdem er, nach Anhebung ſeiner Wirkung, von dem Keſſel abgeſchloſſen worden, und alſo eingerichtet führen dergleichen Maſchinen (die entweder nur mit einem Cylinder, oder, nach Woolfe's Einrichtung, mit zwei Cylindern verſehen erſcheinen) die oben S. 538 erwähnte Benennung: Expanſionsmaſchinen. Wenn nämlich die Dämpfe über oder unter dem Kolben eingetreten, und den Kolben bis über die Hälfte ſeines Weges getrieben haben, ſo iſt ihre Spannung noch groß genug, ihn auch bis an's Ende des Hohlcylinders (in dem er läuft) fortzuſchieben, ohne daß es dazu eines neuen Zuſatzes von Dampf bedürfe. Um nun dieſes Wirkungsverhältniß des Dampfes nicht unbenuzt zu laſſen, ſperrt man, ſo bald der Kolben die Hälfte ſeines Weges erreicht hat, mittelſt des Spar- (oder Erſparungs-) Hahnes, das Dampfzuleitungsrohr des Keſſels ab und öffnet es wieder, mittelſt entgegengeſezter Hahndrehung, ſo bald

der Kolben zu Ende gekommen; beide Hahndrehungen vollzieht übrigens die Maſchine ſelbſt. Bei Maſchinen von niederem Druck iſt jedoch ſolche Unterbrechung der Dampfzuleitung nur dann erſprießlich, wenn ſie mit nicht ſehr großer Kraft arbeiten ſoll; im entgegengeſezten Fall, wo die Maſchine der ihr möglichen vollen Kraft bedarf, bleibt der Sparhahn zweckmäßiger weg, oder iſt er einmal zugegen, ſo läßt man ihn dann andauernd offen, indem man deſſen Drehungs-Mechanismus ſeiner Verbindung enthebt. — Ueber eine Vorrichtung zur Verzehrung des Rauchs bei Dampfmaſchinen, vergl. auch Prony in G's Ann. XXXII, 293, 306. Eine noch neuere Zuſammenſetzung der Dampfmaſchine fordert zur Bildung des Waſſerdampfes keinen Dampfkeſſel, ſondern (mit dem ſpäter zu erwähnenden Generator nicht zu verwechſelnde) Dampfcylinder. Da nämlich die Dampfkeſſel, wie weiter unten bemerkt werden ſoll, unter gewiſſen Umſtänden leicht der, für die ganze Maſchine wie für deren Umgebungen, höchſt gefährlichen Zerſprengung unterworfen ſind*), ſo kam man auf den Gedanken, ſtatt des Keſſels: drei ſtarkwandige, parallel horizontal gelagerte, gußeiſerne Cylinder zu verwenden, von denen die beiden äuſſeren abwechſelnd, mittelſt einer doppelt wirkenden Druckpumpe, Waſſer eingeſprüzt erhalten, während der mittlere den in ihnen erzeugten Waſſerdampf aufnimmt und dem Dampffang-Cylinder (d. i. jenem Behälter, in welchem der Kolben ſpielt, und der in Bemerkung 21 nur ſchlechthin der Cylinder genannt wurde) zuführt. Die Menge des einzuſprützenden Waſſers wird dabei in ſolcher Weiſe, mittelſt eines beſonderen durch die Maſchine bewegten Mechanismus, geregelt, daß davon nie mehr in den einen oder den anderen der äuſſeren Dampfcylinder treten kann, als gerade hinreicht, die zur Bewegung des Kolbens erforderliche Dampfmenge zu erzeugen, deren Ab- und Zufluß ein, nach ſeinem Erfinder, (dem Ingenieur Oliver Evans) benanntes Evan'ſches Ventil regelt. Ein Modell einer Maſchine von dieſer Einrichtung findet man in der polytechniſchen Schule zu Nürnberg. Farter, Mechaniker in Namur, wollte, öffentlichen Blättern zufolge, im Jahr 1787 eine Dampfmaſchine erfunden haben, welche mit ¼ Waſſerdampf ſoviel leiſtet, als W's Maſchine mit 4/4 (?). Küntzle zu Freiburg hat neulich der Dampfmaſchine ſtatt der bisherigen verticalen Bewegung ſogleich eine rotirende ertheilt, und Fraſer in Schweden hat verticale Dampfmaſchinen von angeblich ausgezeichneter Wirkſamkeit hergeſtellt. Auch der Balancier iſt bei dieſen und anderen neuen Dampfmaſchinen wieder entbehrlich geworden; vergl. Droze's hieher gehörigen

*) Im Jahr 1817 gab J. G. Peſchel, Kunſtmeiſter zu Dresden, daſelbſt eine ausführliche Belehrung heraus zur Vermeidung der Keſſelzerſprengung, unter dem Titel: „Gedrängte Anſicht von der Dampfmaſchine und den Verſuchen, ſie zu verbeſſern, ſo wie von der Beſchaffenheit einer neu erfundenen Conſtruction, wodurch die Gefahr einer Exploſion ganz gehoben iſt;" ꝛc. 8. Ueber v. Edelcranz's vereintes Sicherungs- und Vacuum-Ventil, ſ. Gilbert's Ann. XXII, 124 ff. Ueber deſſen Dampfdigeſtor für phyſikaliſche Verſuche, ebendaſ. S. 129.

Vorſchlag, in Gilbert's Ann. XVI, 356 ff. Auch des Marquis Worcheſter erſte Dampfmaſchine, die Peter Keir verbeſſerte, hatte weder Kolben noch Balancier; vergl. Gilbert's Ann. XVI, 291.

23) Daß man die Dampfkeſſel nebenbei auch als Papiniſche Töpfe (oder Digeſtoren, vergl. oben S. 416) benutzen, d. h. innerhalb ihres Raumes Auskochungen, z. B. von thierlichen Gebilden zur Leimbereitung, von Gerbſäure ſpendenden Rinden zur Lohgerberei, von Farbhölzern ꝛc., und verwandte Siedungen, z. B. der Kartoffel-Stärke Behufs der Stärkzucker-Bereitung, des rohen ſog. Zeugs zur Papierfabrikation u. m. dergl. bewirken könne, unterliegt wohl keinem Zweifel, doch darf man bei ſolchen Nebenbezweckungen nicht unbeachtet laſſen, a) daß das Emporſpritzen von dergleichen Auszügen im Keſſel, bei dem Sieden ſeines Waſſers, leicht zum ſog. Anbrennen und damit zum Verderben der Auszüge führen kann; b) daß bei höheren Temperaturen als jene, welche gemeinhin erreicht wird, in denen mit Klappenventilen von 40 — 50 Atmoſphärendruck (d. i. von dem 40 bis 50fachen jenes Drucks, welchen die freie Luft ausübt, wenn ſie das Merkur in der Barometerröhre 28 Zoll hoch in der Schwebe hält, und der, auf jeden Geviertzoll dem Drucke unterworfener Fläche, hier Topfklappen-Fläche, 15 bürgerl. Pfunde beträgt) verſehenen ſog. Papin'ſchen Töpfen *), oder deren Keſſelförmigen Vertretern die meiſten (ſolcher Siedhitze von 160° — 250° ausgeſezten) organiſchen Materien mehr oder weniger zerſtört werden dürften; c) daß die Zähigkeit ſolcher Flüſſigkeiten die Dampfentwickelung verzögert; d) daß die verſchiedenen Hitzgrade der Keſſel auf die Schnelligkeit der Verdampfung keinen Einfluß haben; nach Rumford: weil mit der Temperatur-Erhöhung einer tropfbaren Flüſſigkeit auch die Wärme-Rückſtralung ihrer Oberfläche wächſt; weßhalb denn auch, R. zufolge, ein Moment eintreten kann, in welchem, in Folge ſehr ſtarker Erhitzung, die Keſſel aufhören, Dämpfe zu liefern, dagegen aber Sinken ihrer Temperatur erleiden, und dann leicht der Zerſprengung unterworfen erſcheinen **); e) daß, Faraday zufolge, Waſſerdämpfe, welche auf in

*) Oeffnet man einen ſo weit erhiztes Waſſer enthaltenden Topf, ſo entſteigt demſelben ſogleich eine, ſofort zur Dunſtſäule ſich umbildende, Dampfſäule von 20 bis 30 Fuß Höhe. Sind dergleichen Keſſel-förmige, innen verzinnte Vorrichtungen zum Auskochen der Knochen beſtimmt (wäre es auch nur zur Darſtellung Rumford'ſcher Suppen) ſo heißen ſie Autoklave; m. Grundz. II. 570. Am beſten beſtehen ſie in dieſem Falle aus ſtarken kupfernen, inwendig möglichſt ſtark verzinnten Keſſeln, deren ſie feſt verſchließende kupferne, verzinnte Deckel mit guten Ventilen aus demſelben Metalle verſehen worden; indeſſen gibt man ihnen ſelten eine Temperatur höher denn 100° bis 110° C.

**) Ob ſolche Temperatur-Erniedrigung lediglich Folge der erhöhten Wärmerückſtralung des Keſſelwaſſers iſt, oder ob nicht auch die mit der Temperatur-Erhöhung der Keſſelwände zunehmende Minderung ihrer Adhäſion zum Waſſer, die, Perkins zufolge, für Metall ſchon bei einer Hitze von 650° F. = 343,333 C. in Abſtoßung überhaupt, Poppendorff's Ann. XII, 31, Theil daran hat, ähnlich wie in Leidenfroſt's Verſuch, wenn derſelbe mit heftig glühenden

zu nennen, oder vielmehr in die Klaſſe der alſo genannten Maſchinen zu bringen pflegt, während Newcomen's und Cawley's Maſchine den ſog. Cylinder- oder Kolben-Maſchinen zugezählt wird. Eine erſte ausführlichere Nachricht von S.'s Maſchine enthalten die Philos. Transact. vom Jahr 1694; Wilken's und Carradori's Waſſerdampf-Luftpumpe (Gren's Journ. d. Phyſ. VI. 6 ff.) und Franklin's Rad, ſo wie v. Kempelen's Maſchine, beruhen auf demſelben Erfahrungs-Grundſatz. — In Fiſcher's Pumpe war die „Kolbenſtange" oder der Stempel (ſo nennt man ſie bei Pumpen, während die Pumpenröhre ſelbſt der Stiefel genannt zu werden pflegt; ſ. oben S. 31) in Verbindung geſezt mit jener einer (Druck-) Pumpe, welche das Waſſer aus einem 40 Fuß tiefen Brunnen zu heben hatte, um es in den großen Waſſerbehälter des Gartens auszuſchütten. Der Queerdurchmeſſer dieſer großen Pumpe betrug 6⅓ Zoll, ihr ſog. Hub 6 Fuß. Sie ging ebenfalls in jeder Minute 15 Mal auf und nieder, und goß das unterſte Waſſer in's oberſte Reſervoir. Ihr Hebebaum war 24 Fuß lang, 2 Fuß breit und 18 Zoll dick. Weil dieſe Pumpe ſtoßweiſe ging, ſo hatte man, um größere Ausfluß-Gleichheit zu erlangen, ein Luftrohr aufgeſezt, damit nicht durch gar zu große Gewalt die hölzernen Waſſerleitungsröhren, die den Garten durchzogen, zerſprengten. Dieſe Maſchine förderte, mittelſt des Dampfes binnen 24 Stunden 1800 Eimer über 300 Klafter weit, in der Gere (Diagonallinie), was in ſenkrechter Höhe 75 Fuß betragen hätte, und was, bei verhältlich geringer Feuerung, durch die Handleiſtung und Beaufſichtigung nur eines Mannes verrichtet ward. Es hatte dieſe Maſchine 20,000 Gulden (= 24,000 fl. rheiniſch) gekoſtet; jezt erbauet würde ſie freilich beträchtlich größeren Koſtenaufwand verurſacht haben*). Ein in den Jahren 1792 und 1793 ohnfern Hettſtädt, im Mansfeld'ſchen errichtete ſog. Feuermaſchine (eine Watt'ſche Dampfmaſchine ſ. w. unten, und vergl. deutſche Monatſchr., März 1793) hatte 30,000 Thaler (= 52,500 fl. rhein.) gekoſtet, forderte damals täglich für 50 Thaler (= 87 fl. 30 kr.) Feuerungskoſten, nämlich 24 Bergſcheffel Dresdener Steinkohlen, die man den (Hettſtädt weit näheren) Löbegüner Steinkohlen vorzog, weil ſie ſtärkeres Feuer gaben, und hob, mittelſt des Pumpenwerks, in einer Minute 68, folglich

Waſſermenge, welche durch den Rückdruck des im größeren Schenkel emporgetriebenen Waſſers, zur erzwungenen Ruhe gelangt, dadurch abfließen kann, daß in dieſem unterſten Röhrentheil beide Schenkel mittelſt einer kleinen Oeffnung unterbrochen ſind. Indem die rückdruckende Kraft ſich gegen dieſen abfließenden Waſſertheil richtet, bleibt die ſich ſtets erneuernde Stoßgewalt des in dem kürzeren Schenkel unaufhörlich nachfließenden Waſſers ungeſchwächt, und zeigt ſich mithin, kraft der Trägheit, beſchleunigt bewegend.

*) Ein im laufenden 1838ſten Jahre erbautes eiſernes Dampfſchiff von 160 Pferdekraft, das 200 Tonnen faßt, koſtete 100,000 Thaler.

Siedepunkt der Löſung nahe gleich kommt, (während der Waſſerdampf ſelbſt ſtets die Temperatur der Oberfläche der Flüſſigkeit darbietet, die ihn entließ; ſ. auch oben S. 57 Anm.) ſo daß man alſo, wenn man den Waſſerdampf eines Papin'ſchen Topfes oder Dampfkeſſels auf dergleichen ſtaubige Körper leitet, man dieſe in ſehr heiße Löſungen zu verwandeln im Stande iſt, während die aus ſiedenden Salzlöſungen entweichenden Waſſerdämpfe, Rudberg zufolge, nur die Temperatur der Dämpfe des reinen Salz-freien Waſſers beſitzen und ſelbſt eine mehr niedere Falls Salzlöſung und Waſſer gleich heiß waren, und weßhalb denn auch z. B. jene Waſſerdämpfe die in gewiſſen Gegenden des Erd-Innern aufſteigen, Falls ſie mehr oder weniger Geſteinmaſſe zerreiſſen, von dieſer auch nicht nur die löslichen Theile in wäſſerig tropfbare, ſondern zugleich auch in ſehr heiße wäſſerige Löſungen derſelben verwandeln werden, was bei den heißen Quellen, zumal bei denen den neueren annoch thätigen Vulkanen angehörenden, nicht nur zur Höhe ihrer Temperatur, ſondern auch zu deren Sicherung und Gleichbleibung weſentlich beitragen dürfte; vergl. m. Handb. der Meteorologie I. 1. Abth. S. 52 ff.; f) daß, während die Siedtemperatur tropflicher Flüſſigkeiten von der Beſchaffenheit der Gefäße mehr oder weniger abhängig iſt (oben S. 57 Aun.), jene des Waſſerdampfes davon keine Aenderung erleidet; und g) daß, wenn man etwa Vorrichtungen träfe, auszulaugendes Holz (oben S. 336 — 337), innerhalb des nur Waſſerdampf enthaltenden oberen Innenraums der Dampfkeſſel (in der ſog. Dampfkammer) ſicher zu lagern, um es von allen löslichen Theilen zu befreien, man darauf Bedacht nehmen müſſe: daß die Gewalt der Dämpfe ſolche Theile leicht mit fortreißen und ſo, zum Nachtheil der Maſchine, in den Cylinder führen könne. Daß man ſich übrigens der Papin'ſchen Digeſtoren oder, ſtatt derſelben, wirklicher Dampfmaſchinen-Keſſel (eine Beurtheilung der von einem Namensverwandten des Erfinders des Digeſtors dargeſtellten Papin'ſchen Dampfmaſchine findet man in Gilbert's Ann. XVI. 337, nach Nichoſon, entwickelt; ebenſo auch a. a. O. S. 336 und 351 der durch Dampf und Luft zugleich getriebenen Sadler'ſchen, ſo wie der von Nancarrow verbeſſerten Savery'ſchen, a. a. O. S. 152) ſehr wohl bedienen könne, um das zum Schiffgerippenbau nöthige junge Eichenholz (möglichſt gleichmäßig und weit vorzüglicher als über Pech- oder Theer-Feuer) zu krümmen iſt bekannt und hat in unſeren Zeiten unter Anderem auch ein Deutſcher in Nordamerika, am Potomak wohnender Schiffsbauer bewieſen; vergl. auch Duttenhofer's Reiſe-Bemerkungen in m. Arch. für Chemie und Meteorologie IX. 69.

24) Im Anfange unſeres Jahrhunderts erregten beſonders Woolf's Verbeſſerungen der Dampfmaſchinen großes Aufſehen, indem ſie eine

---

was leicht zu deren Zerreiſſung führen kann. Daß Gebläſeöfen mit Vortheil, zur Erſparung des Brennſtoffes, bei Dampfmaſchinen in Anwendung zu bringen ſind, hat Haycraft nachgewieſen, a. a. O. LXXVI. 315.

außerordentlich große Verminderung des Brennſtoff-Bedarfs verſprachen und auch wirklich gewährten. W. ſtützte ſich dabei auf eine, mit den bisherigen hieher gehörigen Unterſuchungen der Phyſiker im großen Widerſpruche ſtehende angebliche Beobachtung über die Spannung, die den Dämpfen verbleibt, wenn ſie verdünnt, d. h. in einem leeren Raume zu größeren Ausdehnungen gebracht werden, dem gemäß, Falls ſie zuvor hohe und ſehr hohe Temperaturen erreicht hatten, ſie durch dieſelben eine, bei jenen Verdünnungen ihnen verbleibende, weit größern Druckgewalt beſitzen, als ſie dem Mariotte'ſchen Geſetze nach darbieten ſollten. Ob bei W's Verſuchen dadurch Irrungen zu Stande gekommen, daß die Dämpfe während ihrer Verdünnung neue verdampfbare Subſtanz (Waſſer) vorfanden und in Dampf verkehrten, was nicht wahrſcheinlich iſt, da ſo grober Irrthum kaum annehmbar erſcheint, oder ob bei dem Meſſen der Druckgewalt der ausgedehnten Dämpfe dieſelbe mit dem *Nachwirken der Elaſticität* verwechſelt worden iſt (oben S. 544), was freilich, wenn man das weiter unten Bemerkte in Betracht zieht, auch wenig Wahrſcheinlichkeit für ſich hat, oder ob vielleicht Abänderungen des Barometerſtandes dabei einigen Einfluß gehabt haben? iſt zur Zeit unermittelt; daß aber der in den größeren Raum verbreitete Dampf, wie jedes ſich ausdehnende Gas, mit ſeiner Ausdehnung an Wärmecapacität gewinnt und mithin auch den Wänden dieſes größeren *heißen* Raumes *Wärme entzieht*, die er *bindet*, und durch die er nothwendig verhältlich an Spannkraft und damit an Druckgewalt gewinnen muß, unterliegt keinem Zweifel. W's Beſtimmungen der zu den höheren Spannkräften des Waſſerdampfs gehörenden Temperaturen weichen übrigens im Ganzen wenig von jenen ab, welche der verewigte *Schmidt*, weiland Prof. der Phyſik zu Gießen, früherhin gefunden hatte, hingegen beträchtlich von *Dalton's* Beſtimmungen der den Waſſerdämpfen bei höheren Temperaturen zukommenden Spannungen. Vergl. *Gilbert's* Ann. LV. 296 ff., 301 ff. W. gründete indeſſen hierauf jene Abänderungen der Maſchinen, welchen dieſen die oben erwähnte Benennung der *Expanſionsmaſchinen* erwarben. Um denſelben Waſſerdampf von hoher Temperatur zweimal wirken zu machen, führte er ihn von dem erſten Cylinder, nachdem er hier durch ſeine Ausdehnſamkeit gewirkt hatte, in einen zweiten Cylinder von einem 40 Mal größeren Raumnmfange, und ließ ihn nun durch Condenſiren auf gewöhnliche Weiſe wirken. Trat daher in einer Maſchine mit *Einem* Cylinder nur eine verhältlich kleine Menge Dampf aus drm Keſſel in den Cylinder, ſo konnte man am Brennſtoff ſehr bedeutend ſparen, vorausgeſezt, daß man jedesmal dieſer kleinen Menge Dampf eine ſehr *hohe Temperatur* ertheilt hatte, hoch genug, um auch die Cylinderwände ebenmäßig zu erhitzen. Dieſe ſtarke Erhitzung machte aber dergleichen Maſchinen ſehr gefahrvoll, da Zerreiſſungen derſelben dann ſtets mehr oder weniger nahe bevorſtanden, Fall's Keſſel und Cylinder nicht durchgängig hinreichende Stärke und Feſtigkeit darboten. *Woolf* änderte daher ſeine Maſchinen dahin ab, daß er die zu der erforderlichen großen Dampfſpannung nöthige

α) mit niedrigem Druck und β) mit hoher Preſſung oder Hochdruck; b) mit Luftdruck wirkende, ſog. atmoſphäriſche oder Newcomen'ſche; 4) doppelt wirkende Expanſionsmaſchinen. Andere laſſen ſie zerfallen 1) in Maſchinen, welche nur durch Dampfdruck wirken (und nach der Wirkung den Dampf entlaſſen) oder Hochdruckmaſchinen; 2) nur durch Condenſirung wirkende oder atmoſphäriſche; 3) zugleich durch Dampfdruck und Condenſirung wirkende, oder Watt'ſche; 4) rotirende und 5) Maſchinen ohne Kolben. — Savery's oder Worceſter's Maſchine fordert nicht nur, wie ſchon bemerkt, große Koſten, ſowohl zur Herſtellung als auch zur Wirkſam-Erhaltung, ſondern zeigte ſich auch, als man ſie nach einem großen Maßſtabe darzuſtellen und in Gang zu bringen verſuchte, in ihrem Wirken eben ſo eingeſchränkt und ſchwierig, als ſelbſt auch, bei nicht ſehr großer Aufmerkſamkeit, in der Behandlung ſehr gefährlich. Da man nun fand, daß die große Spannung des Dampfes, die ſie gefährlich machte, unnöthig ſei, ſo ſorgte man dafür, dieſe Spannung nicht höher eintreten zu laſſen, als jene iſt, welche die atmoſphäriſche Luft darbietet; man benuzte daher den Damvf nur als Mittel: um durch deſſen Verdichtung — bewirkt durch Einſpritzung kalten Waſſers — ſchnell einen möglichſt leeren Raum zu beſchaffen. Aber es ging in dieſer neuen Art von Dampfmaſchinen (d. i. in der Newcomen'ſchen) ungeheuer viel Wärme verloren, durch die Weiſe wie man die Dampf-Verdichtung und dadurch den leeren Raum zu Stande brachte; eine Maſchine der Art, welche einen Cylinder von 3 Fuß im Durchmeſſer hatte, und ununterbrochen arbeitete, erforderte jährlich faſt 3000 Tonnen vorzüglicher Steinkohlen *), der durch den vom Arbei-

---

*) Nämlich 2000 Londoner Kohlenmalter (Chaldron), deren jeder 36 Scheffel enthält. 100 Pfund der beſten Newcaſtle-Kohlen, in den damals vorzüglichſten Oefen, Behufs der Waſſer-Erhitzung verbrannt, verwandelten ungefähr 1 $^{1}/_{3}$ Wein-Orthofte Waſſer im ſiedenheißen, dem Druck der Luft das Gleichgewicht haltenden Dampf. — Neueren Meſſungen zufolge reicht ein Buſchel Steinkohlen beſter Artung, d. ſ. 81 Pfund, zur Heizung einer Perkins'ſchen Hochdruck-Maſchine (ſ. w. oben) hin, um darin ſo viel Waſſer in Dampf möglichſt zuläſſiger hoher Spannung zu verſetzen, daß dadurch 54,027 Tonnen (à 2000 Pfd. = 108,054,000 Pfd.) um 1 engl. Fuß hoch gehoben werden können. Hienach wird alſo eine Laſt von 667 Tonnen (= 1,334,000 Pfd.) eben ſo hoch durch 1 Pfd. Steinkohlen und eine von 417,000 Pfd. durch 1 Loth zu derſelben Höhe gebracht werden können. Auch würden, denſelben Beſtimmungen gemäß, 16 Loth ſolcher Steinkohlen hinreichen, „einen" Dampfwagen von 2000 Pfd. oder einer Tonne, auf einer wagrechten Eiſenbahn 1 engliſche Meile weit zu bewegen, woraus denn weiter folgt, daß wenn eine dergleichen Eiſenbahn in gleicher geringſter Höhe, d. i. in einer der Meeresfläche gleichkommenden, in der Aequatorialgegend rings um die Erde gelegt werden könnte, es 15,500 Pfd. oder nur 6 $^{3}/_{4}$ Tonnen oder 450 Schiffspfund beſter Steinkohlen bedürfen würde, um einen Dampfwagen von 1 Tonne Gewicht ſolche Bahn — Falls der Wagen in 7 Minuten 5 engliſche Meilen zurücklegte (was noch nicht die bis jezt erlangte größte Dampfwagen-Geſchwindigkeit iſt) — binnen 37,800 Minuten, d. i.

ter rechtzeitig geöffneten *Dampfhahn* erfolgten Eintritt des Dampfes in den kalten Cylinder, deſſen Temperatur bis zu 110° F. (= 43°,33 C. oder 34°,22 R.) oder bis zu 100° F. (= 37°,78 C. oder 30°,22 R.) herabgeſtimmt war, ließ nämlich eine große Menge Dampf nutzlos verloren gehen, ein Verluſt, der ſich bei jedem Kolbenzuge erneuerte, weil der Cylinder durch den, mittelſt des nun (von dem Arbeiter) geöffneten *Einſpritzungshahns* zugetretenen Stromes kalten Waſſers, der zur Dampfverdichtung erforderlich war, immer wieder abgekühlt wurde. Außerdem machte ſchon zuvor das vielleicht noch kältere, auf dem Boden liegende Waſſer, neue Anfeuerung deſſelben nothwendig, da es wieder zu der Temperatur von 212° F. (= 100° C. oder 80° R.) gebracht werden mußte, ehe der Kolben wieder zu ſteigen begann; denn ſobald der Stempel in die Höhe ging, wurde auch mehr von der abgekühlten Cylinder-Oberfläche vom Dampfe (dieſen dadurch verdichtend) berührt; der Kolben konnte aber ſeine ganze Höhe nicht eher erreichen, bis die Temperatur des Cylinders ſich wieder zu 212° F. erhoben hatte. Wurde nun gar etwa zu viel Waſſer eingeſprizt, ſo war der Wärme-Verluſt noch größer, und das konnte ſich, auch bei ſorgfältigen Arbeitern, zum Oefteren wiederholen. Verfiel man aber in den entgegengeſezten Fehler, indem man zu wenig kaltes Waſſer einſpritzen ließ, ſo blieb ein Theil des Dampfes unverändert, wirkte als ſolcher druckend dem Drucke der äußeren Luft entgegen, und machte ſo den Kolben unfähig, das volle Gewicht von 15 Pfd., für jeden Geviertzoll, zu heben. (Erfahrungsgemäß betrug die rechte Menge des erforderlichen kalten — wenigſtens bis zu 99° bis 100° F. = 37°,22 bis 37,78° C. = erkalteten — Waſſers, auf jeden Würfelfuß Dampf — oder, was daſſelbe ſagen will, auf jeden Würfelzoll in ſiedendheißen Dampf zu verwandelndes Waſſer — ein Biermaß.) Um zunächſt dieſen Wärme-Verluſten zu begegnen, verfiel *James Watt*, der Schüler und Freund *Joſeph Black's*, im Jahr 1764 darauf, ſtatt das Dampffaſſungsgefäß durch jedes Einſpritzen zu kühlen, *dieſe Dampfkühlung* nach Art der gewöhnlichen Deſtillation, mittelſt eines *beſonderen*, kalt zu erhaltenden, von W. *Condenſator* genannten Dampf-Verdichtungs-Gefäßes, das gleichſam die Vorlage

---

in 630 Stunden oder 26 1/4 Tagen zurücklegen zu machen. (Der Umfang der Erde, in der Aequatorialgegend, an Meeresfläche, iſt nämlich gleich 5400 geographiſche oder 27,000 engliſche Meilen gerechnet worden.) Ein *Dampfſchiff* würde aber, Falls es nur mit der Geſchwindigkeit des 1834 erbauten amerikaniſchen Dampfſchiffes *Laxinton* das Meer durchſchnitte (das zur Reiſe von Newyork nach Providence, d. i. zu einem Seewege von 50 geogr. Meilen 11 Stunden Zeit nöthig hatte) zur Beſchreibung des Meerweges von gleicher Länge 1188 Stunden oder 49 1/2 Tage erfordern, und, da dieſer Weg, der zwiſchen liegenden Feſtlande und Inſeln wegen zu befahren unmöglich iſt, mit den Umwegen etwa das Vierfache dieſer Zeit verbrauchen, um ein Mal um die Erde herum zu kommen.

bildete, zu Wege zu bringen. Allein dieſe Verbeſſerung reichte zur Minderung jenes Wärmeverluſtes noch nicht hin; denn der Cylinder wurde doch immer noch abgekühlt durch das Niedergehen des Kolbens und durch das über demſelben lagernde kalte Waſſer; denn die obere Fläche des Stempels oder Kolbens berührte in Newcomen's Maſchine nicht die freie Luft, deren Druck ihn, nach der Condenſation des Dampfes, wieder herabſchieben ſollte, ſondern jenes kalte Waſſer, welches man hier aufgeſchüttet hatte, um das Durchſtreichen des Dampfes zwiſchen Stempel und Cylinder zu verhüten. Um nun auch dieſe Wärmeminderungs-Quellen möglichſt zu beſeitigen, kam W. auf den auch anderweit höchſt erſprießlichen Gedanken: außer der äußeren Luft auch einen Theil des Dampfes ſelbſt zur Niederdrückung des Kolbens zu verwenden, wodurch dann zugleich der Cylinder beſtändig ſiedend heiß erhalten wird, zumal wenn man ihn in einen zweiten, gleichſam als Futteral gegen nach außen gerichtete Entwärmung dienenden Hohlcylinder einſchließt. Endlich war auch klar, daß der bei Newcomen's Maſchine nöthige Arbeiter zum Lenken der Hähne erſpart werden, und hier, wie bei jeder guten Mechanik, alle Bewegungen der Maſchinentheile von ihrer erſten Bewegung abhängig gemacht, und ſie durchgängig lediglich durch ſich ſelbſt in geregelter Bewegungsfolge erhalten werden müſſe, und auch dieſe Aufgabe löſ'te der Scharfſinn des großen Britten befriedigend! Aber erſt, als James Watt (oben S. 327 Anm.) durch eine große Zahl von Verſuchen in's Reine gekommen war, über die Wahl der zweckmäßigſten Stoffe zur Fertigung der Cylinder, ſo wie der geeignetſten Mittel zur Erzeugung einer möglichſt vollkommenen Leere über die Höhe der Temperatur, bei der das Waſſer unter verſchiedenem Drucke in's Sieden geräth (oben S. 57) und über die Menge von Waſſer, welche erfordert wird, um bei gewöhnlichem Luftdrucke ein gegebenes Maß Dampf entſtehen zu machen, über jene von Kohle, welche die Verdampfung einer gegebenen Gewichtsmenge Waſſers heiſcht, ſo wie über die zur Niederſchlagung eines gegebenen Gewichtes Dampf nöthige Gewichtsmenge kalten Waſſers, da erſt lagen die Mängel der ſog. Potter'ſchen Maſchine ſeinem ſinnenden Geiſte ſo klar vor, daß er jedes einzelnen Mangels Größe und Grund zu beſtimmen im Stande war, und nun erſt ſchickte er ſich an ſeine beabſichtigten Verbeſſerungen zu verwirklichen. Es genügte ihm in dieſer Hinſicht nicht: den Condenſator erfunden zu haben, ſondern er brachte es auch dahin, daß dieſer ſeinen Zweck vollkommen erfüllte. Zu dem Ende entleerte er den Condenſator zuvörderſt von Luft, mittelſt einer mit ſeinem Hohlraume verbundenen Luftpumpe, ähnlich der weiter unten zu erwähnenden Speiſepumpe, die das heiße Waſſer des Condenſators dem Keſſel zuführt, und leitete dann die Verbindung ſeines Hohlraums mit jenem des Cylinders ſo: daß, in dem Augenblick der Eröffnung der

Gemeinſchaft beider Hohlräume kaltes Waſſer, in gerade nur hinreichender Menge, in den Hohlraum des Condenſators geſpritzet wurde; der hiedurch zur tropfbaren Flüſſigkeit verdichtete Dampf dieſes Hohlraumes hinterließ mithin eine Dampf-Leere, welche von dem, kraft ſeiner Ausdehnſamkeit nachdringenden Dampf des Cylinders, ſogleich wieder erfüllt wurde, dem nun dieſelbe Verdichtung zu Theil ward, und ſo fort bis endlich der dem Cylinder-Hohlraum verbliebene Dampfantheil verſchwindend klein, und dieſer Hohlraum daher dampfleer ward. Das Waſſer aber, welches nun der Condenſator enthielt, ſammt der Luft, die ihm mit dem Dampfe des Cylinders zugekommen war (und die aus dem Waſſer des Dampfkeſſels ſtammte) mußte eine Pumpe, die zuvor erwähnte Speiſepumpe, entfernen, welche, von der Maſchine ſelbſt in Bewegung geſezt einen Stempel darbot, der ununterbrochen in einer luftleeren Röhre ſpielte, deren unteres Ende bis in das Waſſer des Condenſators reichte. Ferner, um nun den Cylinder ſtets gleichmäßig heiß zu erhalten, den einſeitigen Luftdruck ganz aus dem Spiele zu laſſen, und den Kolben lediglich durch den Dampf auf und nieder (oder vor- und rückwärts) zu bewegen, ließ W. den Dampf abwechſelnd unter und über dem Kolben hinzuſtrömen, indem er zugleich, in demſelben Augenblicke, mittelſt Einſpritzung kalten Waſſers (in den zugehörigen Condenſator), auf der der Bewegungsrichtung entgegengeſezten Seite einen leeren Raum hervorbrachte. Es gelangen dieſe Bewegungswechſel dadurch ſehr leicht, daß W. ſowohl den unteren als den oberen Hohlraum des Cylinders mit dem Keſſel und mit dem Condenſator in Verbindung brachte. Ward der obere Theil mit dem Condenſator, und der untere mit dem Keſſel verbunden, ſo wurde der Kolben aufwärts geſchoben, trat die entgegengeſezte Verbindungsweiſe ein, ſo wurde er niederwärts bewegt. Endlich, um der Außenluft den Zutritt in den Innenraum des Cylinders ganz abzuſchneiden, umſchloß W. die Kolbenſtange mit einer ledernen Hülſe, und alſo vollendete gewährte die Maſchine Alles, was W., da er zu dieſen Verbeſſerungen ſich anſchickte, von ihr erwartet hatte: möglichſte Erſpahrung an Brennſtoffen (die er dadurch noch ſteigerte, daß er den Cylinder mit einem ſchlechten Wärmeleiter, mit Holz umgab), von arbeitender Mithilfe der Menſchen, und von Verdopplung der Wirkſamkeit der Maſchine ſelbſt, das hatte er erreicht, indem er derſelben, ſie nach und nach in Einzelnheiten verbeſſernd, die durch Figur 7 (Taf. II.) veranſchaulichte Geſtalt und Einrichtung gab, wie folgende Beſchreibung darzuthun beſtimmt iſt. Der eiſerne, beſſer kupferne Keſſel, mit hohlgekrümmten (concaver) von Flamme umſpielten Boden verſehene, Dampfkeſſel A, erhält bei A' ſeine Feuerung, während der (aus ſeinem, ſtets in gleicher Höhe erhaltenem Waſſer aufſteigende) Dampf, aus dem Gipfel des Keſſels, durch die Röhre RR, mittelſt des Ventils G in den oberen

Hohlraum des Cylinders KK, durch das Ventil H hingegen in den unteren tritt. Eine gekrümmte Röhre, von der jedoch nur ein Theil ſichtbar iſt (um die beiden Ventile J und J' nicht zu verdecken), verbindet beide Ventile; die Krümmungsebene dieſer Röhre iſt ſenkrecht auf die Projectionsebene der Tafel II, Fig. 7; vollſtändig, und zwar im Profil dargeſtellt, zu ſchauen iſt ſie aber in Fig. 8, und mit ihr jene Ventile J und J', durch welche der Dampf des Cylinders, von der einen oder der anderen Seite des Stempels her, mit dem Hohlraum des Condenſators C in Verbindung zu treten vermag. Zu gehöriger Zeit werden ſie, von der Maſchine ſelbſt, geöffnet oder geſchloſſen, mittelſt der beiden mit 1 und 2 bezeichnete Hacken oder Dornen, die an der Kolbenſtange kk der, zur Entleerung des Condenſators dienenden Pumpe ſich befeſtigt finden. Dieſe Bewegung iſt jedoch ſo geregelt, daß ſie etwas früher vor ſich gehet, als der Kolben ſeinen Lauf vollendet hat, und iſt dieſes nahe geſchehen, ſo tritt zwiſchen ſeinen beiden Oberflächen Hohlverbindung ein, um ſo auf kürzeſte Zeit Gegendrucks-Gleichgewicht der Dampfmaſſen beider Seiten herzuſtellen, damit der zuvor blos einſeitige Druck aufgehoben und der Stoß geſchwächt, oder vielmehr abgewendet werde, der unfehlbar den Boden des Cylinders treffen würde, wenn der Stempel zu demſelben mit ungeſchwächt einſeitigem Drucke angelangte. In gleichmäßiger Höhe wird das Waſſer in dem Keſſel dadurch erhalten, daß eine Röhre RR aus einem kleinen Behälter s, den die Pumpe kk mit ſchon heißem Waſſer aus dem Condenſator ſpeiſet, dieſes Waſſer dadurch in den Keſſel leitet, daß die Pumpe, es aus dem Condenſator ziehend, in die Seitenröhre k'k' zurückdrückt. Um jedoch den Zutritt dieſes Waſſers nur dann zu vermitteln, wenn es für den Keſſel nöthig wird, findet ſich die obere Mündung der von S in A führenden Röhre rr durch eine Stöpſelventil geſchloſſen, das durch den kleinen Hebel ab ſich hebt oder ſich ſenkt, je nachdem das an den Metalldraht bp befindliche Gewicht p (der ſog. Schwimmer, der ſo geſtellt worden, daß er ſich in genauer Berührung mit dem oberen Waſſerſpiegel befindet) ſich ſenkt oder hebt. Sinkt nämlich der Waſſerſpiegel (und mithin das Waſſer) in dem Keſſel, ſo ſinkt mit ihm auch p, was Drehung des Hebels ab um ſeinen Drehungs- oder Unterſtützungspunkt und damit: Hebung des Stöpſels, und hiedurch Oeffnung für den Zutritt des Waſſers zu dem Waſſer des Keſſels zur Folge hat; hat ſich aber auf ſolche Weiſe der vorige Höhenſtand des Waſſers im Keſſel wieder hergeſtellt, ſo nimmt auch der Hebel ſeine vorige horizontale Schwebe wieder ein, wodurch dann der Stöpſel wieder in ſeine vorige Senkung zurückgeſchoben und die Verbindung zwiſchen Keſſel-Innenraum und dem Waſſer des S wieder aufgehoben wird, vergl. auch die ähnliche Vorrichtung in Fig. 4 S. 342 ff. Der Keſſel ſelbſt iſt übrigens oben, ſeitwärts der Zuleitungsröhre rr mit dem kegelförmigen Sicher-

heits=Ventil F verſehen, das man, je nachdem man die Spannung des Dampfes mehr oder weniger erhöhen will, auch mehr oder minder belaſtet. Das in den Condenſator zu ſpritzende kalte Waſſer führt die Kaltwaſſerpumpe, mittelſt eines beſonderen, ebenfalls von der Maſchine bewegten und geregelten Mechanismus, genannt die Steurung, zu; in der Figur 7 ſieht man bei C den Stral kalten Waſſers aufſteigen. — In Newcomen's Maſchine, in der des Kolbens Wirkſamkeit nur beim Herabgehen ſich darthat, fand ſich derſelbe mit dem Balancier, d. i. mit dem großen Hebel NO durch eine, über einen Kreisbogen laufende große Kette in Verbindung geſezt, bei W.'s Maſchine machte jedoch die Unbiegſamkeit der Stangen eine andere Einrichtung nöthig, und weder die Kolbenſtange des zu dem Cylinder KK gehörigen großen Stempels, noch jene der den Condenſator entleerenden Pumpe kk können mit den Armen von NO unmittelbar verbunden werden; indem nämlich jeder Punkt des Hebels NO um ſeinen Drehpunkt im Kreisbogen bewegt wird, ſo würde hieraus ein Antrieb erwachſen: den Befeſtigungspunkt aus ſeiner ſenkrechten Richtung zu bringen, was dann die Zerſchmetterung des Cylinders und Balanciers, und dadurch der ganzen Maſchine zur Folge hätte. Watt hat dieſen Mangel einer vollkommen ſenkrechten von NO aus geleiteten Bewegung der Kolbenſtange des Cylinders KK dadurch abgeholfen, daß er mehrere Metallſtangen uuu in ſolcher Weiſe aneinander beweglich verband, daß ihre, während der Bewegung eintretenden Gegenlagerungs=Aenderung jenen Mangel erſetzen. Auch Räderwerke tragen übrigens das Ihrige bei zur Regelung der Einzelbewegungen, und außer dieſen insbeſondere noch der ſog., in Fig. 7 durch L bezeichnete, Gubernator oder Regulator, beſtehend aus einer ſenkrechten, durch die Maſchine in fortdauernder Drehung erhaltenen, oben ein aus an einander beweglichen Metallſtäben zuſammengeſeztes Parallelogramm tragenden Stange; da dieſes Parallelogramm, in Folge der Drehungs=Verſchiebbarkeit ſeiner Stäbe, in horizontaler Richtung ſich mehr oder weniger zu öffnen vermag, je nachdem die Stäbe mehr oder minder von der Axe (der Stange) entfernt werden, dieſe Entfernungen aber in Folge der Drehung der Axe um ſich ſelber, mithin gemäß der dadurch hervorgehenden Schwunggewalt hervorgehen und daher von der Axendrehungsſchnelle der Gubernator=Stange abhängig ſind, ſo wird auch bei ſchnellerem Gange der Maſchine: des Parallelogrammes obere Spitze tiefer herab, bei weniger raſchem Gange weniger tief, alſo höher hinaufgezogen werden; Veränderungen, welche für die innere Regelung der Maſchine in Beziehung auf Gleichförmigkeit der Wirkung des Dampfes von großer Wichtigkeit ſind, und die dadurch in ihren Grundbedingungen verſtärkt werden, daß man die Metallſtäbe in maſſive Metallkugeln auslaufen läßt, um ſie ſo in den Stand zu ſetzen: mit größerer Ge=

Gewalt den einen Arm eines Hebels zur Drehung zu bringen, deſſen anderer Arm zu einer, queer in den zwiſchen dem Keſſel und dem Cylinder vorhandenen Dampfleitungsröhren befindlichen Platte führt, die, mittelſt ihrer vom Hebel aus bewirkten Drehung, bei zu langſamen Gange der Maſchine, deren Dampfe einen freieren Weg, bei zu ſchnellem hingegen eine engere Bahn zumißt, und ſo alſo im erſteren Falle, für gegebene Zeit: die Menge des zur Wirkſamkeit gelangenden Dampfes vermehrt, und damit die größere, den ſchnelleren Gang erzeugende Wirkung deſſelben zu Wege bringt, im lezteren dagegen die Menge des wirkenden Dampfes mindert, und hiemit die zur Gleichmäßigkeit des Ganges erforderliche Verlangſamung deſſelben herbeiführt. Je weiter die Kugeln auseinanderfahren, um ſo raſcher, je mehr ſie ſich zuſammenſenken, um ſo langſamer iſt der Gang der Maſchine. — Für den Balancier, und mithin für alle durch ihn bewirkten Hebel-Bewegungen, wird die erforderliche Gleichmäßigkeit erzwungen durch das mit denſelben verbundene Schwungrad, das außerdem dazu dient, die Bewegung auf irgend eine andere Maſchine fortzuleiten. Arbeitet z. B. eine wenig mächtige Maſchine für gewiſſe Zwecke mit zu ſchnellem Schwungbalken-Hub — z. B. Behufs der Zutage-Förderung (Aufſaugung) von Soole durch Pumpen — ſo verbindet man das, die Gleichförmigkeit in der Hubwirkung ſichernde Schwungrad, mit einem Triebrade und einem dritten Rade, dem ſog. Vorgelege um ſo Kraft zu ſparen uud die Pumpen gehörig langſam in Bwegung zu erhalten; bei mächtigeren Dampfmaſchinen hingegen iſt jene Stellung die vortheilhaftere, welche die Zugbewegung (z. B. das Aufziehen des Soolpumpen-Kolbens) unmittelbar durch das Ende des zugewendeten Balancier-Armes vollbringen läßt.

22) Eine neuere Einrichtung, welche man der Watt'ſchen Maſchine und den Hochdruckmaſchinen ertheilte, bezweckt die Fortwirkung des Dampfes durch ſeine Spannung oder Elaſticität, nachdem er, nach Anhebung ſeiner Wirkung, von dem Keſſel abgeſchloſſen worden, und alſo eingerichtet führen dergleichen Maſchinen (die entweder nur mit einem Cylinder, oder, nach Woolfe's Einrichtung, mit zwei Cylindern verſehen erſcheinen) die oben S. 538 erwähnte Benennung: Expanſionsmaſchinen. Wenn nämlich die Dämpfe über oder unter dem Kolben eingetreten, und den Kolben bis über die Hälfte ſeines Weges getrieben haben, ſo iſt ihre Spannung noch groß genug, ihn auch bis an's Ende des Hohlcylinders (in dem er läuft) fortzuſchieben, ohne daß es dazu eines neuen Zuſatzes von Dampf bedürfe. Um nun dieſes Wirkungsverhältniß des Dampfes nicht unbenuzt zu laſſen, ſperrt man, ſo bald der Kolben die Hälfte ſeines Weges erreicht hat, mittelſt des Spar- (oder Erſparungs-) Hahnes, das Dampfzuleitungsrohr des Keſſels ab und öffnet es wieder, mittelſt entgegengeſezter Hahndrehung, ſo bald

große Menge Dampf auf einmal heraus und vermitteln ſo eine Abkühlung der Dampfkammer, welche, in Folge nun eintretenden einſeitigen Luftdruckes (oben S. 547 Anm.) Zuſammendrückung des Keſſels herbeizuführen im Stande iſt. Es geht hieraus b) zugleich die Regel hervor, daß es unabweisbar nothwendig wird, jede plötzliche Oeffnung des Sicherhettsventils durchweg zu verhüten. Welchen Antheil an den Exploſionen „nach Oeffnung der Sicherheitsventile" die Adhäſion der Oberfläche des ſiedenden Waſſers an der überliegenden Dampfſchicht haben kann, darüber ſ. m. Archiv III, 256 Anm. — Gegen abſichtliche, von Seiten der Arbeiter oder anderer Perſonen etwa zu vollziehende Ueberlaſtungen ſolcher und ähnlicher Plattenventile, ſichert allein nur das Zugleichgegebenſein eines zweiten Sicherheitsventils, das in ein Gitterwerk eingeſchloſſen worden, zu welchem der Maſchiniſt oder der Eigener der Maſchine allein den Schlüſſel hat; in Frankreich ſind doppelte Ventile durch königl. Ordonnanz zur ſtrengen Bedingung gemacht, und zwar die ſtatt des Papin'ſchen Ventils in Gebrauch genommenen, aus leichtflüſſigen Metallplatten (oben S. 550) beſtehenden. Jeder Dampfkeſſel muß dort mit zwei dergleichen Platten verſehen ſein, mit einer kleineren von einer Schmelzbarkeit, deren Punkt oder Grad um 10° C. höher lieget als die Temperatur eines Dampfes, der im Sättigungszuſtande eine Elaſticität beſitzt, gleich jener, welche der beim gewöhnlichen Gebrauche zur Anwendung kommende Dampf mitbringt, und mit einer größeren, deren Schmelzpunkt noch um neue 10° höher ſteht. — Der Gedanke, leichtflüſſige Metallgemiſche (Zinn und Blei mit Wismuth verſezt) zu Dampfkeſſel-Ventilen zu verwenden, iſt ſonder Zweifel deutſchen Urſprungs, und zuerſt verſucht worden von dem berühmten Mechaniker Ritter v. Reichenbach (weiland k. baieriſcher Salinenrath, geboren den 24. Auguſt 1772 zu Mannheim, geſtorben 1833); vergl. wöchentl. Anz. für Kunſt und Gewerbfleiß im Königreich Baiern, Jahrg. 1816, Nr. 8, und daraus in Schweigger's Journ. XVIII, 270 ff. v. R. wurde durch ſeine Dampfmaſchine mit hohem Druck*) zu dieſer

*) v. R. beabſichtete nämlich die Errichtung von möglichſt kleinen, tragbaren Dampfmaſchinen (zur Verwendung in Fabriken und Manufakturen, in der Landwirthſchaft, zur Bewegung von Wagen und Fuhrwerk aller Art nicht nur auf Eiſen- oder Holzbahnen, ſondern auch auf jedem guten Kunſtfahrwege u. ſ. w.) ohne Condenſation der Dämpfe und mit nur theilweiſer, mittelſt Steuerung bewirkter, Erfüllung des (abgekürzten) Cylinders mit Dampf. Sein Modell hatte einen Kolbenzug von nur 16 Zoll Höhe und einen Cylinder von ungef. 2½ Zoll Weite, und leiſtete dennoch eben ſo viel, als zwei Pferde im Zuge vermögen. Der Keſſel dieſes Modells konnte, nach v. R's Berechnung, einen zwölfmal größern Druck aushalten, als der iſt, den ſie bei der ſonſt gewöhnlichen Anwendung zu erleiden haben, wenn man dieſen zu acht Atmoſphären annimmt. In der Nachricht von dieſem Modelle heißt es unter andern: Der Stempel ſchließt durch eine eigene Vorrichtung mit immer gleichem Drucke an, die Stempelſtange geht ohne alle äußere Hülfe genau in der Richtung der Cylinderaxe, die Steurung iſt im höchſten Grade einfach, und nicht minder iſt es die Vorrichtung zu beſtändi-

Erfindung gebracht. Durch Verſuche beſtimmte er zu dem Ende nicht nur die **Größe der Oeffnung**, welche das ſchmelzende Metallgemiſch in dem Keſſel zu Wege zu bringen hatte, um durch hinreichende Dampfentlaſſung die Maſchine gefahrlos zu machen, ſondern auch die Mengen-Verhältniſſe jener drei leichtflüſſigen Metalle, um gemiſcht, bei beſtimmten Temperaturen in Fluß zu gerathen, und bediente ſich außerdem noch bei dieſen Verſuchen eines **Kugel-Ventils** (eine genau geſchloſſene, auf einem ſehr ſchmalen Rande ſitzende, an einem Stift befindliche Kugel, worauf ein einarmiger Hebel drückte, an dem das Gewicht nach Art der Schnellwagen oder römiſchen Wagen — m. Grundz. II, 78 — beliebig verſchoben werden konnte), das für ſich ſchon aller

---

ger Füllung des Dampfkeſſels. Dieſer leztere hat übrigens eine ganz beſondere und neue Form. Auch das heftigſte Schütteln ſtört das Kochen des Waſſers nicht, und geſtattet dem Waſſer keinen Zugang zu der Mündung der Dampfröhre. (Hing der Keſſel etwa an Zapfen in einer Ringkugel, ähnlich der Rolllampe des Cardanus und dem Sphäroid der durch v. Bohnenberger verbeſſerten Segner'ſchen Maſchine zur Erläuterung des Vorrückens der Nachtgleichen? — M. Grundz. II. 129). Er iſt mit Sicherheitsventilen verſehen, und das Zerplatzen iſt unmöglich, indem wenn wider Vermuthen die Vorrichtung für das Auslaſſen der Dämpfe und ſelbſt das Sicherheitsventil ihre Dienſte verſagen ſollten, er ſich endlich ſelbſt öffnet und das Feuer zerſtört. (Im Jahr 1814 kam ich, ohne von v. Reichenbach's Erfindung etwas zu wiſſen, ebenfalls auf den Gedanken, die Dampfmaſchine ſo einzurichten, daß man mit verhältnismäßig ſehr wenig Waſſer, bei möglichſt geſteigertem Drucke und unter Beſeitigung des Condenſators, ſie in Bewegung ſetzen und erhalten könne; ich kündigte daher in jener gedruckten Nachricht, welche dem Erſcheinen meines deutſchen Gewerbsfreundes voranging, unter andern auch die Beſchreibung des Vorſchlags zu dieſer Maſchine an, ich unterließ es aber ſie zu liefern, weil, bevor ich mich dazu anſchicken konnte, ſie im Modelle herſtellen zu laſſen und Verſuche mit ihr anzuſtellen, die Nachricht von der R'ſchen Maſchine bereits im Drucke erſchienen war. Ich war auf meinen Gedanken zu London gekommen, wo ich mir, nach der Beſichtigung mehrerer Dampfmaſchinen, die Frage aufwarf: ob ſich die ganze Vorrichtung nicht im hohen Grade ſollte vereinfachen laſſen? Späterhin glaubte ich mittelſt der Verwendung der Einrichtung des von Segner vervollkommneten Heron'ſchen Dampfkreiſels (Heron, Spirital. p. 198) oder einer ſog. Reactions-Maſchine, dieſen Zweck am einfachſten erreichen zu können (oben S. 465), zumal wenn ich die Einrichtung ſo träfe, daß das Waſſer dabei ganz aus dem Spiele bliebe, und ſtatt deſſen den um ſeine Axe freibeweglichen Cylinder nur durch das Ausſtrömen von erhizter Luft (vergl. oben S. 471 ff.), die ich durch ein durch den Außendruck der freien Luft ſich nach dem Innern des Cylinders hin öffnendes Ventil, oder ſtatt deſſen durch mehrere kleine Bodenöffnungen ſich wieder ergänzen machte, in Kreisbewegung verſezte und erhielte? Da aber in dieſem Falle die Bewegung wahrſcheinlich nur mit ſehr geringer Kraft (mit der jedenfalls nicht großen Differenz der Spannung der den Ausflußröhren herausſtrömenden, durch die Erhitzung zwar verdünnten, dagegen aber auch in ihrer Elaſticität erhöheten und jener der äußeren dichteren aber kalten Luft) vor ſich gehen würde, ſo fragt es ſich: ob man die ganze Bewegung nicht mit einem größeren Momente lediglich von einer, mittelſt einer Elektriſirmaſchine in Gang zu ſetzenden und zu erhaltenden ſog. elektriſchen Ausſtrömung, nach Art des elektriſchen Flugrandes abhängig machen könne? da ſchon geringe Elektricitäts-Entwickelungen dieſer — Art verhältnißmäßig ſehr beträchtliche Maſſen in ſchnellſten Umſchwung zu bringen im Stande ſind.

Beachtung werth iſt, da es bei ſeiner Verwendung jene Hinderniſſe nicht in den Weg legen kann, welche Platten-Ventile, nach Art der Papinſchen, nicht ſelten, z. B. wenn die Platte geroſtet iſt (weshalb ich vorſchlug die Platten zu verplatinen, d. h. mit Platin zu überziehen; m. Archiv a. a. O. III, 251) gefährlich machen. Eine runde Oeffnung von 0,3 Zoll Durchmeſſer reichte bei einer Dampf-Spannung von 9 Atmoſphären (d. h. von 8 Atmoſph. über den Druck der Außenluft) hin, eine Dampfmenge, an Druckgewalt 20 Pferdekräften gleich, zu entlaſſen; die Menge des zur Sicherheit des Dampfkeſſels eingeſezten Metallgemiſches ſowohl, als das Sicherheitsventil darf und braucht daher ſelbſt bei weit mächtigeren Dampfmaſchinen nicht viel größer zu ſein, als die bezeichnete. In einem Verſuche, den v. Reichenbach in Schweigger's Gegenwart veranſtaltete, beſtand das Metallgemiſch aus 1 Wismuth, 12 Zinn und 12 Blei, d. i. aus einem Mengen-Verhältniß, von welchem v. R. ſchon aus früheren Verſuchen wußte, daß es erſt ſchmelzen würde, wenn die Spannung des Dampfes in dem Keſſel 14,4 Atmoſphären betrug. Es wurde daher das erwähnte Kugel-Ventil auf 14 geſtellt, d. i. auf den Punkt, wo es einen Druck gleich 14 Atmoſphären ausübte, und faſt unmittelbar darauf, als der Dampf dieſe Spannung erreicht hatte, ſchmolz das Metallgemiſch und gab es, gefloſſen, dem Dampf und dem Waſſer hinreichenden Raum zum Entweichen. v. R's Stöpſel-Ventil, bereitet aus dieſem Metallgemiſche, beſtand aus einem kegelig zugehenden ausgehöhlten eiſernen Zapfen, der in der zu ſeiner Aufnahme beſtimmten Oeffnung des eiſernen Keſſels, beinahe lediglich in Folge der Reibung, ſo feſt ſaß: daß er ſelbſt einem Drucke von 80 bis 100 Atmoſphären hätte widerſtehen können. Seine Aushölung ſtellte doppelte, mit der abgeſtumpften Spitze gegen einander gerichtete Kegel dar, weshalb es leicht war in die kleinere, mit der Grundfläche dem Innern des Keſſels zugewendete kegelige Aushöhlung das Metallgemiſch ſo einzunieten, daß es, ſo lange es nicht fließt, durch die Gewalt der Dämpfe nur feſter eingedrückt, unmöglich aber früher ausgeſtoßen werden kann, als es geſchmolzen iſt. Folgende Tabelle enthält v. R's Ergebniſſe hinſichtlich der zu beſtimmenden Druckgewalten und denſelben entſprechenden Hitzgraden erforderliche Verhältnißmengen der Einzelmetalle jenes Gemiſches; hinzuzufügen dürfte noch ſein, daß auch das Stib- (Antimonium oder Spießglanz) Metall ſich eignet leichtflüſſige Metallgemiſche zu gewähren, wie ſolches das Letternmetall der Buchdrucker bezeugt. Die Metalle ſind Wismuth, durch **Bi. (Bismutum)**; Zinn, durch **Sn. (Stannum)** und Blei, durch **Pb. (Plumbum)** bezeichnet; die in der vierten ſenkrechten Spalte enthaltenen Zahlen zeigen die Spannungen des Waſſerdampfes: ausgedrückt in Atmoſphären „über den Druck der freien Luft" an, zu deren Erreichung eine Hitze erforderlich war, gerade hinreichend, um die derſelben wagrechten Abtheilung angehörigen Metalle, in, deren Gewichtstheile ausdrückenden Zahlen ihrer Miſchungs-Verhältniſſe, zu ſchmelzen:

Siedepunkt der Löſung nahe gleich kommt, (während der Waſſerdampf ſelbſt ſtets die Temperatur der Oberfläche der Flüſſigkeit darbietet, die ihn entließ; ſ. auch oben S. 57 Anm.) ſo daß man alſo, wenn man den Waſſerdampf eines Papin'ſchen Topfes oder Dampfkeſſels auf dergleichen ſtaubige Körper leitet, man dieſe in ſehr heiße Löſungen zu verwandeln im Stande iſt, während die aus ſiedenden Salzlöſungen entweichenden Waſſerdämpfe, Rudberg zufolge, nur die Temperatur der Dämpfe des reinen Salz-freien Waſſers beſitzen und ſelbſt eine mehr niedere Falls Salzlöſung und Waſſer gleich heiß waren, und weßhalb denn auch z. B. jene Waſſerdämpfe die in gewiſſen Gegenden des Erd-Innern aufſteigen, Falls ſie mehr oder weniger Geſteinmaſſe zerreiſſen, von dieſer auch nicht nur die löslichen Theile in wäſſerig tropfbare, ſondern zugleich auch in ſehr heiße wäſſerige Löſungen derſelben verwandeln werden, was bei den heißen Quellen, zumal bei denen den neueren annoch thätigen Vulkanen angehörenden, nicht nur zur Höhe ihrer Temperatur, ſondern auch zu deren Sicherung und Gleichbleibung weſentlich beitragen dürfte; vergl. m. Handb. der Meteorologie I. 1. Abth. S. 52 ff.; f) daß, während die Siedtemperatur tropflicher Flüſſigkeiten von der Beſchaffenheit der Gefäße mehr oder weniger abhängig iſt (oben S. 57 Anm.), jene des Waſſerdampfes davon keine Aenderung erleidet; und g) daß, wenn man etwa Vorrichtungen träfe, auszulaugendes Holz (oben S. 336 — 337), innerhalb des nur Waſſerdampf enthaltenden oberen Innenraums der Dampfkeſſel (in der ſog. Dampfkammer) ſicher zu lagern, um es von allen löslichen Theilen zu befreien, man darauf Bedacht nehmen müſſe: daß die Gewalt der Dämpfe ſolche Theile leicht mit fortreißen und ſo, zum Nachtheil der Maſchine, in den Cylinder führen könne. Daß man ſich übrigens der Papin'ſchen Digeſtoren oder, ſtatt derſelben, wirklicher Dampfmaſchinen-Keſſel (eine Beurtheilung der von einem Namensverwandten des Erfinders des Digeſtors dargeſtellten Papin'ſchen Dampfmaſchine findet man in Gilbert's Ann. XVI. 337, nach Nichoſon, entwickelt; ebenſo auch a. a. O. S. 336 und 351 der durch Dampf und Luft zugleich getriebenen Sadler'ſchen, ſo wie der von Nancarrow verbeſſerten Savery'ſchen, a. a. O. S. 152) ſehr wohl bedienen könne, um das zum Schiffgerippenbau nöthige junge Eichenholz (möglichſt gleichmäßig und weit vorzüglicher als über Pech- oder Theer-Feuer) zu krümmen iſt bekannt und hat in unſeren Zeiten unter Anderem auch ein Deutſcher in Nordamerika, am Potomak wohnender Schiffsbauer bewieſen; vergl. auch Duttenhofer's Reiſe-Bemerkungen in m. Arch. für Chemie und Meteorologie IX. 69.

24) Im Anfange unſeres Jahrhunderts erregten beſonders Woolf's Verbeſſerungen der Dampfmaſchinen großes Aufſehen, indem ſie eine

---

was leicht zu deren Zerreiſſung führen kann. Daß Gebläſeöfen mit Vortheil, zur Erſparung des Brennſtoffes, bei Dampfmaſchinen in Anwendung zu bringen ſind, hat Haycraft nachgewieſen, a. a. O. LXXVI. 315.

außerordentlich große Verminderung des Brennſtoff=Bedarfs verſprachen und auch wirklich gewährten. W. ſtützte ſich dabei auf eine, mit den bisherigen hieher gehörigen Unterſuchungen der Phyſiker im großen Widerſpruche ſtehende angebliche Beobachtung über die Spannung, die den Dämpfen verbleibt, wenn ſie verdünnt, d. h. in einem leeren Raume zu größeren Ausdehnungen gebracht werden, dem gemäß, Falls ſie zuvor hohe und ſehr hohe Temperaturen erreicht hatten, ſie durch dieſelben eine, bei jenen Verdünnungen ihnen verbleibende, weit größern Druckgewalt beſitzen, als ſie dem Mariotte'ſchen Geſetze nach darbieten ſollten. Ob bei W's Verſuchen dadurch Irrungen zu Stande gekommen, daß die Dämpfe während ihrer Verdünnung neue verdampfbare Subſtanz (Waſſer) vorfanden und in Dampf verkehrten, was nicht wahrſcheinlich iſt, da ſo grober Irrthum kaum annehmbar erſcheint, oder ob bei dem Meſſen der Druckgewalt der ausgedehnten Dämpfe dieſelbe mit dem Nachwirken der Elaſticität verwechſelt worden iſt (oben S. 544), was freilich, wenn man das weiter unten Bemerkte in Betracht zieht, auch wenig Wahrſcheinlichkeit für ſich hat, oder ob vielleicht Abänderungen des Barometerſtandes dabei einigen Einfluß gehabt haben? iſt zur Zeit unermittelt; daß aber der in den größeren Raum verbreitete Dampf, wie jedes ſich ausdehnende Gas, mit ſeiner Ausdehnung an Wärmecapacität gewinnt und mithin auch den Wänden dieſes größeren heißen Raumes Wärme entzieht, die er bindet, und durch die er nothwendig verhältlich an Spannkraft und damit an Druckgewalt gewinnen muß, unterliegt keinem Zweifel. W's Beſtimmungen der zu den höheren Spannkräften des Waſſerdampfs gehörenden Temperaturen weichen übrigens im Ganzen wenig von jenen ab, welche der verewigte Schmidt, weiland Prof. der Phyſik zu Gießen, früherhin gefunden hatte, hingegen beträchtlich von Dalton's Beſtimmungen der den Waſſerdämpfen bei höheren Temperaturen zukommenden Spannungen. Vergl. Gilbert's Ann. LV. 296 ff., 301 ff. W. gründete indeſſen hierauf jene Abänderungen der Maſchinen, welchen dieſen die oben erwähnte Benennung der Expanſionsmaſchinen erwarben. Um denſelben Waſſerdampf von hoher Temperatur zweimal wirken zu machen, führte er ihn von dem erſten Cylinder, nachdem er hier durch ſeine Ausdehnſamkeit gewirkt hatte, in einen zweiten Cylinder von einem 40 Mal größeren Raumumfange, und ließ ihn nun durch Condenſiren auf gewöhnliche Weiſe wirken. Trat daher in einer Maſchine mit Einem Cylinder nur eine verhältlich kleine Menge Dampf aus drm Keſſel in den Cylinder, ſo konnte man am Brennſtoff ſehr bedeutend ſparen, vorausgeſezt, daß man jedesmal dieſer kleinen Menge Dampf eine ſehr hohe Temperatur ertheilt hatte, hoch genug, um auch die Cylinderwände ebenmäßig zu erhitzen. Dieſe ſtarke Erhitzung machte aber dergleichen Maſchinen ſehr gefahrvoll, da Zerreiſſungen derſelben dann ſtets mehr oder weniger nahe bevorſtanden, Fall's Keſſel und Cylinder nicht durchgängig hinreichende Stärke und Feſtigkeit darboten. Woolf änderte daher ſeine Maſchinen dahin ab, daß er die zu der erforderlichen großen Dampfſpannung nöthige

Erhitzung des Dampfes erſt dann hervorbrachte, nachdem der Dampf ſchon in den Cylinder getreten war. Er erhizte daher den Cylinder und traf eine neue Vorrichtung, um den ſo ſehr verdünnten Dampf am Durchſchlupfen, zwiſchen dem Kolben und den Cylindewänden, zu verhindern. Da aber die Erhöhung der Temperatur der Umhüllung des Cylinders (oder der Cylinder, wenn die Maſchine deren mehr als einen hat) mittelſt des dem Dampfkeſſel zu entnehmenden Dampfes, wenn dieſer eine ſehr hohe Temperatur hat, ſtets mit der Gefahr einer Exploſion verbunden iſt, ſo füllte W. jene Seiten, Boden und Deke des Cylinders umfaſſende hohle Umhüllung mit Oel, Fett oder Wachs, oder mit einer anderen Subſtanz, deren Schmelzpunkt unter der Temperatur liegt, die der Dampf mitbringen ſoll, ſobald er in den Cylinder tritt, oder die wenigſtens bei dieſer Temperatur nicht verfliegt, z. B. laufend Merkur, leichtflüſſige Metallgemiſche (aus Zinn, Wismuth und Blei; oben S. 332), das bei geringer Hitze als der des Dampfes ſchmilzt, ohne ſich bei derſelben zu verflüchtigen. Alſo vorgerichtet vermochte W. Dampf von jeder beliebigen Expanſion oder Temperatur zu gebrauchen, ohne je Dampf von einer höheren Spannkraft, als die der freien Luft nöthig zu haben. Auf ähnliche Weiſe verhinderte W. auch das Durchdringen des Dampfes von der Seite des Kolbens, auf den er drückt, zu der entgegengeſezten, die mit dem Condenſator in Verbindung ſteht. Bei Maſchinen mit doppelter Wirkung, verhindert W. dieſes mittelſt Merkur oder leichtflüſſigen Metalls, die über dem Kolben in einer Höhe ſtehen, bei der ſie dem Druck der Luft oder der Dämpfe das Gleichgewicht halten; bei Maſchinen mit einfacher Wirkung, bedarf es nur, zu ähnlichem Zweke, des Oels, Fettes oder Wachſes; das Auslaßrohr, das den Dampf zu dem Condenſator leitet, muß übrigens eine ſolche Lage und Größe erhalten, daß der Dampf hindurchfließen kann, ohne etwas von der etwa neben dem Kolben entſchlüpften Zwiſchenſubſtanz (Merkur, Oel ꝛc.) vor ſich her zu treiben, die, wenn ſie ſich auf dem Boden des Cylinders geſammelt haben ſollte, mittelſt einer kleinen Pumpe hinweggenommen wird; auch werden dergleichen Dienſt leiſtende flüſſige Metalle mit Oel übergoſſen, um ſie gegen Oxydation zu ſchützen. Die Cylinderhülle, oder das cylinderiſche Dampfgehäuſe, dient zugleich dazu, Dampfverluſt durch unnöthige Condenſation zu verhüten, indem ſie das Oel und den Recipienten in der Temperatur des Dampfes erhalten. Der innerſte Cylinder, oder Stiefel, in dem der Kolben auf- und niedergeht, hat keinen Boden, ſondern ſtatt deſſen den Recipienten, d. i. einen ihn umgebenden dritten Cylinder, deſſen Durchmeſſer mindeſtens ſo groß iſt, daß der cylinderiſche Mantel zwiſchen Beiden an Raum dem Stiefel gleichkommt, und deſſen Boden vom unteren Stiefelrande ebenſo weit abſteht, als die Wände beider Cylinder von einander fernen. Der Recipient erhält ebenfalls Oel, Fett oder Wachs, und zwar ſo viel, daß dieſe Subſtanzen, geſchmolzen, bei'm unterſten Kolben-Stande: den ganzen Recipienten wenigſtens bis zu dem Kolben füllen, beſſer: noch einige Zoll hoch über dieſe Gränze anſteigen. Auch darf es nicht an

Vorrichtungen fehlen, durch welche die Maſchine ſelbſt alle dieſe Oel-, Fett- ꝛc. Füllungen regelt, und zwar ſo: daß das Eindringen von Luft (längs des Kolbens) in den Stiefel unmöglich wird. Soll bei dieſen Woolf'ſchen Einrichtungen der Kolben nicht durch einſeitigen Luftdruck, ſondern durch Dampfdruck, nach ſeinem Hub, zurückgetrieben werden, ſo gibt man dem Stiefel eine Deckplatte, wie bei den Watt'ſchen Maſchinen. Uebrigens machten ſchon die erſten Verbeſſerer der Savery'ſchen Maſchinen vom Fett und Oel einen dem obigen ähnlichen Gebrauch; aber bei ſehr hohen Temperaturen ſind alle dergleichen Mittel unbrauchbar, weil ſie dann der Zerſetzung unterliegen.

25) Wenn gleich nicht geleugnet werden kann, daß die Expanſions-Maſchinen, ſo wie alle Maſchinen von hohem Druck, gehörig geregelt, Erſparungen an Brennſtoff zu Wege bringen, ſo machen ſie dagegen auch viele, zum Theil ſehr koſtbare Vorſichtsmaßregeln nöthig, und ſind, ſolchen Maßnahmen ungeachtet, doch immer noch mehr oder weniger gefährlich, obgleich die Ingenieure Perkins, Evans u. A. von den Hochdruckmaſchinen das Gegentheil behaupten, und ſie, hinſichtlich möglicher Keſſelzerplatzung, für die mindeſt gefährlichen halten. Am meiſten gilt dieſes von jenen Maſchinen mit ſehr kleinen Dampfkeſſeln oder Dampferzeugern (Generatoren), wie ſolche z. B. in den in neueren Zeiten am häufigſten beſprochen, und beſonders von ihrem Erfinder, von Perkins (oben S. 170, 173 Anm.) ſelbſt mannigfach verbeſſert worden ſind. Zur Zeit als P's Maſchine im Großen ausgeführt wurde (vor 12 — 13 Jahren) fehlt es nicht, wie zu Zeiten der Woolf'ſchen Verbeſſerungen (vergl. Gilbert's Ann. a. a. O.) an ſehr vortheilhaft klingenden Zeugniſſen; eines derſelben maß der P'ſchen Maſchine folgende Vorzüge bei: Sie iſt unbedingt gefahrlos (? ſ. w. unten), erſpart mehr Brennſtoff als irgend eine der bisher erfundenen Dampfmaſchinen, entfernt jede widrige Gegenwirkung des Dampfes und der Luft, an der Ausführungsſeite, auf den Stempel, ohne daß es hiezu einer Luftpumpe bedürfte, erſezt das (aus zuvor angeführtem Grunde verwerfliche) Oel und jede ſonſt ſtatt deſſen in Gebrauch genommene Liederung, durch einen „biegſamen" metallenen Stempel und fordert, in Folge der Vereinfachung mehrerer Einzeltheile der Dampfmaſchinen von älterer Erfindung, nur ³/₄ des ſonſt nöthigen Raumes *). Indeſſen iſt, wie die

*) Beurtheilungen der P'ſchen Dampfmaſchine lieferten vorzüglich Schmidt und R. R. Prechtl, in G.'s Ann. der Phyſik XV. und XVI. 217 ff. An einer Maſchine dieſer Art machte Perkins ſeine oben (S. 20 Anm.) erwähnte merkwürdige, von ihm durch Verſuche beſtätigte Erfahrung: daß ſo lange der einen Riß darbietende Generator (Damferzeuger) roth glühte, das in demſelben eingelaſſene Waſſer (wie im Leidenfroſt'ſchen Verſuch, oben S. 20) verdampfte, ohne eigentlich zu ſieden, und daß das hörbare Sieden, ſo wie die nun eintretende Entweichung von Waſſer, Dampf und Dunſt durch den Riß, und zwar bis zur gänzlichen Entleerung des Generators, erſt vor ſich ging, nachdem der Generator bis unter Rothgluth abgekühlt worden war. Perkins nimmt an, daß hiebei eine ab-

damit es nur fortfahre zu verdampfen, ſo folgt von ſelber, daß ein nicht unbeträchtlicher Theil des durch die Spannungs-Erhöhung Gewonnenen dadurch zur Einbuße übergeht, daß die nun längere Zeit erfordernde Keſſelheizung mittlerweile auch zu größerem Verluſt an Wärme (ſowohl durch Entſtralung, als durch Mittheilung und Ableitung derſelben nach außen, in die Keſſelumgebungen) führt! ein Verluſt, der mit Genauigkeit im Allgemeinen anzugeben und in Rechnung zu nehmen unmöglich iſt, weil er bei jedem einzelnen Keſſel — nach Maßgabe von deſſen Größe, Geſtalt, Metallartung und nach der Beſchaffenheit ſeiner Umgebungen — abweichen wird von dem Verluſte, den andere Keſſel in dieſer Hinſicht zu erleiden haben. Denkbar iſt es aber, daß dieſer Verluſt größer werden kann *), als der mit der Temperatur-Erhöhung des Dampfes gewonnene Spannungs-Vergrößerungs-Vortheil, und in dieſem Falle ſird Maſchinen von niederem Drucke denen von hohem Drucke, ſchon lediglich der Feuerungskoſten wegen, vorzuziehen; vergl. jedoch oben S. 195.

28) Zeigt auch die oben S. 196 mitgetheilte Tafel das Verhältniß der Spannung des Waſſerdampfes zur Temperatur deſſelben, ſo gibt ſie doch nicht an das Verhältniß der den Atmoſphären zugehörigen Längen der Mercurſäulen, und eben ſo auch nicht die Größen des Drucks auf beſtimmte Flächen in beſtimmten Gewichtsgrößen ausgedrückt; beides gewährt folgende, Behufs der Verhütung der Explosionen von Dampfkeſſeln entworfene vergleichende Ueberſicht der hier in Frage ſtehenden Größen. Es wurde die zugehörige Ergründung dieſer Größen und deren Zuſammenſtellung veranlaßt durch das franzöſiſche Miniſterium des Innern, das die Pariſer Akademie der Wiſſenſchaften dazu aufforderte, und der zwei ihrer Mitglieder, Dulong und Arago, befriedigend entſprachen, indem ſie nachſtehende Tafel als Ergebniß ihrer hieher gehörigen Unterſuchungen vorlegten, die dann in den Ann. de Chim. et Physique XLIII. 74., und daraus (durch Kämtz) in Schweigger's Journ. LIX. 167 ff. verdeutſcht veröffentlicht erſchienen; vergl. auch m. Archiv für Chem. und Meteorologie III. 245—247, wo man auch die den Größen-Berechnungen zum Grunde gelegte Formeln, ſammt deren Erläuterung und Beurtheilung angegeben findet. Es enthält nämlich dieſe Tafel die Temperaturen, berechnet für Drucke, die von einer Atmoſphäre bis zu acht Atmoſphären um halbe, von da an bis zu vierundzwanzig Atmoſphären um ganze, und von hier an bis zu funfzig Atmoſpären nur um fünf Atmoſphären wachſen.

*) Beſchleunigen läßt ſich die Waſſerverdampfung durch in das Waſſer hineingehängte gute Wärmeleiter, zumal durch Metall- (am beſten Platin-) Dräthe, wobei dann auch das Durchbrochenſein des Waſſerſpiegels durch die Dräthe (oben S. 56, 200 Anm.) nicht ohne fördernden Einfluß iſt. Vergl. auch m. Grundz. I. 178, 368, 698.

Spannkraft des Dampfes		Entſprechende Temperaturen nach der hunderttheiligen Scale (nach C.=Graden)	Druck auf einem Quadrat=Centimeter in Kilogrammen.
In Atmoſphären von 76 Hundertel Meter (von 0^m,76).	In Merkurſäulen von 0° C. (zurückgerechnet auf Längen, wie ſie ſein würden, wenn die Temp. des Merkur 0° C. wäre) vergl. oben S. 54 Anm., deren Länge nach Meter=Maß ausgedrückt.		
1	0,76	100°	1,033
1½	1,14	112,2	1,549
2	1,52	121,4	2,066
2½	1,90	128,8	2,582
3	2,28	135,1	3,099
3½	2,66	140,6	3,615
4	3,04	145,4	4,132
4½	3,42	149,06	4,648
5	3,80	153,08	5,165
5½	4,18	156,8	5,681
6	4,56	160,2	6,198
6½	4,94	163,48	6,714
7	5,32	166,5	7,231
7½	5,70	169,37	7,747
8	6,08	172,1	8,264
9	6.84	177,1	9,297
10	7,60	181,6	10,330
11	8,36	186,03	11,363
12	9,12	190,0	12,396
13	9,88	193,7	13,429
14	10,64	197,19	14,462
15	11,40	200,48	15,495
16	12,16	203,60	16,528
17	12,92	206,57	17,561
18	13,68	209,4	18,594
19	14,44	212,1	19,627
20	15,20	214,7	20,660
21	15,96	217,2	21,693
22	16,72	219,6	22,726
23	17,48	221,9	23,759
24	18,24	224,2	24,792
25	19,00	226,3	25,825
30	22 80	236,2	30,990
35	26,60	244,85	36,155
40	30,40	252,55	41,320
45	34,20	259,52	46,485
50	38,00	265,89	51,650

Leitet man durch eine höchſt nahe kochend heiße, aber noch nicht ſiedende Flüſſigkeit ein Gas von derſelben Temperatur, ſo entwickelt ſich aus dem Innern der Flüſſigkeit eine Menge Dampf, deſſen

Raumumfang, bis auf einen höchſt geringen Unterſchied, dem Raumumfange des durchgeleiteten Gaſes gleichkommt (ein Verhalten, das die oben S. 421 ff. bemerkte Begünſtigung der Dampf-Entwickelung durch Lüfte bezeuget, und dem S. 335—349 Bemerkten zur Beſtätigung dient). Wollte man daher Maſchinen gemeinſchaftlich durch Waſſerdampf und Luft in Bewegung ſetzen, ſo würde man muthmaßlich am ſchnellſten zum Ziele kommen, wenn man die Einrichtung ſo träfe, daß zu dem ſiedend heißen Waſſer des Dampfkeſſels wenigſtens eben ſo heiße Luft fortdauernd ſich geſellete.

29) Neuerlich hat Arago zu beweiſen geſucht, daß der eigentliche Erfinder der Dampfmaſchine ein rheinpfälziſcher Ingenieur und Baumeiſter Salomon de Caus ſei, von dem A. glaubt, daß er ein Franzoſe geweſen; weil er ſein von jener Erfindung zeugendes Werk („Von gewaltſamen Bewegungen, Beſchreibung etlicher ſowohl nützlichen als luſtigen Maſchinen beneben unterſchiedlichen Abriſſen etlicher Höllen oder Grotten und Luſtbrunnen durch ꝛc., erſtlich in franzöſiſcher, jetzundt aber in unſre deutſche Sprach an Tag gegeben"), das in Heidelberg verfaßt und in Frankfurt a. M. gedruckt worden, zuerſt in franzöſiſcher Sprache geſchrieben, und weil er in der Zueignung an König Ludwig den **XIII.** von Frankreich: **de votre Majesté le très obéissant subject** unterzeichnet habe, wogegen in Baumgärtner's Zeitſchrift **II. 191** bemerkt wird: daß Sal. de Caus ſich in der deutſchen Zueignung nicht Unterthan, ſondern Eurer königl. Majeſtät unterthänigſter Sal. de Caus nennt. — Vergl. oben S. 531. Ich füge noch hinzu: daß dieſer S. de Caus, auf Befehl Kurfürſt Friedrich's V., den Schloßgarten des ehemaligen kurfürſtl. Schloſſes zu Heidelberg (jezt die ſchönſte Ruine Deutſchlands) ſelbſt angelegt und eine deutſche Beſchreibung unter dem lateiniſchen Titel: **Hortus palatinus a Friderico Rege Boemiae, Electore palatino Heidelbergae extractus Salome de Caus, Architecto. 1622. Francof. apud Joh. Theodor de Bry,** darüber in Druck gab, deren Text der ehem. kurpfälziſche Regierungsrath Medicus (da das Werk ſehr ſelten geworden und in den Rhein- und Neckargegenden davon nur noch 1 Exemplar, in der Bibliothek des damaligen Lehrers der Arzneikunde, Prof. Nebel zu Heidelberg, vorhanden war) zu Manheim im Jahr 1795 in 8. wiederum abdrucken ließ. Das Werk ſelbſt beſteht eigentlich aus 30 Kupfertafeln in Royal-Folio, enthaltend die Abbildungen der Kunſtanlagen jenes Gartens, erläutert durch eine kurze Beſchreibung (obiger Text) *). — Schon die Alten wußten übrigens durch Zuſammenpreſſung der Luft

*) Wahrſcheinlich hatte de Caus auch weſentlichen Antheil an dem ſog. Engliſchen Bau des Heidelberger Schloſſes, den Friedrich V. in den erſten noch ruhigen Zeiten ſeines Regentenlebens aufführen ließ. Die von de Caus ausgeführten Waſſerkünſte des Luſtgartens hinter dem Schloſſe waren ſo mannigfach, daß wohl eine Stunde dazu erfordert wurde, um ſie zu beſchauen.

während jezt die Befreiung deſſelben vom Brunnenweinſtein nicht oft genug betrieben werden kann, wenn man anders der Gefahr der Keſſelzerſpringung nicht Thür und Thor öffnen will. Denn abgeſehen davon, daß wo Brunnenweinſtein lagert auch die Wärme ſich langſamer fortpflanzt, und um ſo langſamer, je dicker die Schicht ſolchen Niederſchlages geworden, ſo veranlaßt dieſe Verzögerung der beabſichtigten ſchnellen Fortleitung der Wärme zum Waſſer, jenſeits des Metalles, an ſolchen von Brunnenweinſtein bedeckten Seitenſtellen des Keſſelmetalles: Erglühen der Metallſubſtanz, das zumal bei den Dampfkeſſeln der Dampfſchiffe gefährlich werden kann durch die Schwankung des Schiffes, wodurch das Waſſer des Keſſels in die höheren heißeſten Schichten des Keſſeldampfes hinaufgeworfen und hier nun plötzlich in Dampf verkehrt wird. Außerdem aber vermitteln dergleichen Brunnenweinſtein=Bedeckungen, durch das Erglühen der ihnen zugehörigen Metallſtellen, deren Oxydations=Beſchleunigung, oder ihr ſtellenweiſes Verbrennen, und dadurch veranlaßtes Mürb= und Riſſigwerden, und wo endlich zwiſchen den Riſſen des Brunnenweinſteins und dem Metall das Keſſelwaſſer ſich Bahn macht, da erfolgt zuverläſſig auch ſofort entweder ſogleich Zerſetzung des gußeiſernen Keſſels, durch die ſtellenweiſe Kühlung und Zuſammenziehung des Eiſens, oder zunächſt Zerſetzung eines Theiles dieſes Waſſers durch das glühende Metall, unter Bildung von mürbem Metalloxyd und unter Entwickelung von Hydrogengas (an deſſen mögliche Gegenwart im Dampfraume Arago nicht glaubt) das, ſofern es Oxygengas der aus dem Waſſer im Keſſel entwickelten atmoſphäriſchen Luft, oder der durch Keſſelriſſe bereits von außen eingedrungenen Luft vorfindet, mit dieſem wiederum ſofort, unter heftiger Verknallung und zum Zerreißen des Keſſels führender Ausdehnung, zu glühend heißem Waſſerdampf ſich eint, der, alſo erhizt, kraft übermäßiger Wärme=Spannung, die Zerplatzung des Keſſels, mit einer dieſen Verhältniſſen entſprechenden Gewalt, vollendet. — Bei gehöriger Einrichtung des Ofens (und entſprechend geregelter Wirkung des Gebläſes, Falls man von dieſem Gebrauch macht) wird es weder zur Berußung noch zu ungleichen Oxydationen der Keſſelaußenflächen kommen, wo hingegen rußhaltige Flammen den Keſſel umſpielen, dort werden an einigen Stellen Rußbeſchlag, an anderen Metalloxydate hervortreten, und Ungleichheiten in der Wärmeleitung des Keſſelmetalls, dadurch in der Erhitzung und mithin in der Feſtigkeit (Cohärenz) deſſelben, werden unvermeidlich ſein. Feuert man mit Steinkohlen, ſo ſollten dieſe zuvor ſtets vollkommen verkohlt (vercoact oder, wie man auch wohl zu ſagen pflegt: abgeſchwefelt) ſein, denn nur dieſe brennen, gehörig in Brand geſezt, ohne rußende Flamme, und zweckdienlich mit Waſſer geſprizt, mit Entwickelung gleichförmiger Hitze. Daſſelbe gilt auch von wohl bereiteten Torfkohlen und vollkommen gemileten Holzkohlen. Das Gußeiſen iſt an ſich ſchon dem Abbrande (der Oxydation) weniger ausgeſezt, als Stabeiſen und als Kupfer, es fragt ſich indeſſen, ob man es durch Siderisirung nicht völlig unabbrennbar (oberflächlich unoxydirbar) machen

Klappe ſogleich wieder; denn dieſe wird nun von allen Seiten her durch die verdünnte Luft gleich ſtark angezogen, daher ſie ſich eben ſo frei bewegt, als würde ſie gar nicht angezogen. Schiebt man nun aber, nachdem ſich dieſe Innenklappe geſchloſſen, den Stempel (Kolben) wieder nieder, ſo zieht ſich zunächſt die im Hohlcylinder befindliche Luft zu ihrer natürlichen Dichte zuſammen, und ſezt man das Niederſenken des Stempels fort, ſo wird dieſe Luft noch mehr verdichtet und gewinnt dadurch abſtoßende Spannkraft, durch deren Wirken ſie nun eine Außenklappe aufſtoßen, und ſo die Luft ins Freie entlaſſen kann *); doch bleibt immer noch einige Luft, unterhalb des Stempels, im Cylinder zurück. Da nun, fährt Heron fort, die im Gefäße eingeſchloſſene verdünnte Luft die Innenklappe feſt an ſich ſaugt, indem von Seite des Hohlraumes des Cylinders her eine gleiche Gegenwirkung nicht mehr ſtatt hat, ſo wird, wenn man den Stempel wiederum aufzieht, die Innenklappe ſich nicht eher öffnen, als bis die im Cylinder zurückgebliebene Luft noch mehr verdünnt und dadurch in ihrer anziehenden Spannung noch mehr verſtärkt worden, als es jene im Hohlgefäße ſchon war. Hieraus folgt nun, daß man nach vielen Stempelaufziehungen endlich dahin gelangen muß, daß ſich die Innenklappe gar nicht mehr öffnet; nämlich, wenn die unter dem Stempel zurückgebliebene Luft in ſolchem Maße ausgedehnt iſt, daß ſie, den ganzen Hohlcylinder füllend, durch ſolche Ausdehnung dennoch nicht alſo verdünnt zu werden vermag, daß ihre anziehende Spannung größer würde, als jene der in dem Gefäße befindlichen Luft es bereits iſt. Und dieſes iſt dann der höchſte Grad der mit dieſer Luftpumpe zu bewirkenden Verdünnung, da es darthut, daß die Luft im Gefäße eben ſo ſehr verdünnt worden ſein muß, als jene im Hohlcylinder es durch das Aufziehen des Stempels zu werden vermag; weshalb denn auch das Oeffnen der Klappe, während des Aufgezogenſeins des Stempels, durch irgend eine paſſende mechaniſche Vorrichtung, die Luft-Verdünnung im Gefäße nicht weiter zu treiben vermag. Wäre aber der Hohlcylinder bedeutend länger, ſo würde man auch die Verdünnung noch weiter treiben können. — Die Verdichtung der Luft wird auf gleiche Weiſe bewirkt, nur mit dem Unterſchiede, daß die Innenklappe nicht nach dem Hohlraum des Cylinders, ſondern nach jenem, bereits Luft-erfüllten, des Gefäßes hin ſich öffnet, während die Außenklappe nach dem Innenraum des Hohlcylinders geöffnet erſcheint, und die Außenluft in dieſen Raum ſich ergießen läßt, ſo bald der Stempel aufgezogen wird, ſich hingegen wieder ſchließt, wenn deſſen Niederſtoßung erfolgt." — — Man ſieht hieraus, daß Heron die Verdünnungs-, wie die Verdichtungs-Luftpumpe ſehr wohl kannte; hätte er ſtatt der Klappen-Ventile Hähne angewandt, und wäre es ihm möglich geweſen, den ſog. ſchädlichen

*) Dieſes zweite Klappen-Ventil findet ſich bei Heron nicht erwähnt, ſondern iſt — als nothwendig ihm bekannt — von F. v. Driberg aus H's Feuerſpritze und Waſſervogel erſchloſſen worden.

große Menge Dampf auf einmal heraus und vermitteln ſo eine Abkühlung der Dampfkammer, welche, in Folge nun eintretenden einſeitigen Luftdruckes (oben S. 547 Anm.) Zuſammendrückung des Keſſels herbeizuführen im Stande iſt. Es geht hieraus b) zugleich die Regel hervor, daß es unabweisbar nothwendig wird, jede plötzliche Oeffnung des Sicherheitsventils durchweg zu verhüten. Welchen Antheil an den Explosionen „nach Oeffnung der Sicherheitsventile" die Adhäſion der Oberfläche des ſiedenden Waſſers an der überliegenden Dampfſchicht haben kann, darüber ſ. m. Archiv III, 256 Anm. — Gegen abſichtliche, von Seiten der Arbeiter oder anderer Perſonen etwa zu vollziehende Ueberlaſtungen ſolcher und ähnlicher Plattenventile, ſichert allein nur das Zugleichgegebenſein eines zweiten Sicherheitsventils, das in ein Gitterwerk eingeſchloſſen worden, zu welchem der Maſchiniſt oder der Eigener der Maſchine allein den Schlüſſel hat; in Frankreich ſind doppelte Ventile durch königl. Ordonnanz zur ſtrengen Bedingung gemacht, und zwar die ſtatt des Papin'ſchen Ventils in Gebrauch genommenen, aus leichtflüſſigen Metallplatten (oben S. 550) beſtehenden. Jeder Dampfkeſſel muß dort mit zwei dergleichen Platten verſehen ſein, mit einer kleineren von einer Schmelzbarkeit, deren Punkt oder Grad um 10° C. höher lieget als die Temperatur eines Dampfes, der im Sättigungszuſtande eine Elaſticität beſitzt, gleich jener, welche der beim gewöhnlichen Gebrauche zur Anwendung kommende Dampf mitbringt, und mit einer größeren, deren Schmelzpunkt noch um neue 10° höher ſteht. — Der Gedanke, leichtflüſſige Metallgemiſche (Zinn und Blei mit Wismuth verſezt) zu Dampfkeſſel-Ventilen zu verwenden, iſt ſonder Zweifel deutſchen Urſprungs, und zuerſt verſucht worden von dem berühmten Mechaniker Ritter v. Reichenbach (weiland k. baieriſcher Salinenrath, geboren den 24. Auguſt 1772 zu Mannheim, geſtorben 1833); vergl. wöchentl. Anz. für Kunſt und Gewerbfleiß im Königreich Baiern, Jahrg. 1816, Nr. 8, und daraus in Schweigger's Journ. XVIII, 270 ff. v. R. wurde durch ſeine Dampfmaſchine mit hohem Druck*) zu dieſer

*) v. R. beabſichtete nämlich die Errichtung von möglichſt kleinen, tragbaren Dampfmaſchinen (zur Verwendung in Fabriken und Manufakturen, in der Landwirthſchaft, zur Bewegung von Wagen und Fuhrwerk aller Art nicht nur auf Eiſen- oder Holzbahnen, ſondern auch auf jedem guten Kunſtfahrwege u. ſ. w.) ohne Condenſation der Dämpfe und mit nur theilweiſer, mittelſt Steuerung bewirkter, Erfüllung des (abgekürzten) Cylinders mit Dampf. Sein Modell hatte einen Kolbenzug von nur 16 Zoll Höhe und einen Cylinder von ungef. 2½ Zoll Weite, und leiſtete dennoch eben ſo viel, als zwei Pferde im Zuge vermögen. Der Keſſel dieſes Modells konnte, nach v. R's Berechnung, einen zwölfmal großern Druck aushalten, als der iſt, den ſie bei der ſonſt gewöhnlichen Anwendung zu erleiden haben, wenn man dieſen zu acht Atmoſphären annimmt. In der Nachricht von dieſem Modelle heißt es unter andern: Der Stempel ſchließt durch eine eigene Vorrichtung mit immer gleichem Drucke an, die Stempelſtange geht ohne alle äußere Hülfe genau in der Richtung der Cylinderaxe, die Steurung iſt im höchſten Grade einfach, und nicht minder iſt es die Vorrichtung zu beſtändi-

Erfindung gebracht. Durch Verſuche beſtimmte er zu dem Ende nicht nur die Größe der Oeffnung, welche das ſchmelzende Metall-gemiſch in dem Keſſel zu Wege zu bringen hatte, um durch hinreichende Dampfentlaſſung die Maſchine gefahrlos zu machen, ſondern auch die Mengen-Verhältniſſe jener drei leichtflüſſigen Metalle, um gemiſcht, bei beſtimmten Temperaturen in Fluß zu gerathen, und bediente ſich außerdem noch bei dieſen Verſuchen eines Kugel-Ventils (eine genau geſchloſſene, auf einem ſehr ſchmalen Rande ſitzende, an einem Stift befindliche Kugel, worauf ein einarmiger Hebel drückte, an dem das Gewicht nach Art der Schnellwagen oder römiſchen Wagen — m. Grundz. II, 78 — beliebig verſchoben werden konnte), das für ſich ſchon aller

ger Füllung des Dampfkeſſels. Dieſer leztere hat übrigens eine ganz beſondere und neue Form. Auch das heftigſte Schütteln ſtört das Kochen des Waſſers nicht, und geſtattet dem Waſſer keinen Zugang zu der Mündung der Dampfröhre. (Hing der Keſſel etwa an Zapfen in einer Ringkugel, ähnlich der Rollampe des Cardanus und dem Sphäroid der durch v. Bohnenberger verbeſſerten Segner'ſchen Maſchine zur Erläuterung des Vorrückens der Nachtgleichen? — M. Grundz. II. 129). Er iſt mit Sicherheitsventilen verſehen, und das Zerplatzen iſt unmöglich, indem wenn wider Vermuthen die Vorrichtung für das Auslaſſen der Dämpfe und ſelbſt das Sicherheitsventil ihre Dienſte verſagen ſollten, er ſich endlich ſelbſt öffnet und das Feuer zerſtört. (Im Jahr 1814 kam ich, ohne von v. Reichenbach's Erfindung etwas zu wiſſen, ebenfalls auf den Gedanken, die Dampfmaſchine ſo einzurichten, daß man mit verhältnismäßig ſehr wenig Waſſer, bei möglichſt geſteigertem Drucke und unter Beſeitigung des Condenſators, ſie in Bewegung ſetzen und erhalten könne; ich kündigte daher in jener gedruckten Nachricht, welche dem Erſcheinen meines deutſchen Gewerbsfreundes voranging, unter andern auch die Beſchreibung des Vorſchlags zu dieſer Maſchine an, ich unterließ es aber ſie zu liefern, weil, bevor ich mich dazu anſchicken konnte, ſie im Modelle herſtellen zu laſſen und Verſuche mit ihr anzuſtellen, die Nachricht von der R'ſchen Maſchine bereits im Drucke erſchienen war. Ich war auf meinen Gedanken zu London gekommen, wo ich mir, nach der Beſichtigung mehrerer Dampfmaſchinen, die Frage aufwarf: ob ſich die ganze Vorrichtung nicht im hohen Grade ſollte vereinfachen laſſen? Späterhin glaubte ich mittelſt der Verwendung der Einrichtung des von Segner vervollkommneten Heron'ſchen Dampfkreiſels (Heron, Spirital. p. 198) oder einer ſog. Reactions-Maſchine, dieſen Zweck am einfachſten erreichen zu können (oben S. 465), zumal wenn ich die Einrichtung ſo träfe, daß das Waſſer dabei ganz aus dem Spiele bliebe, und ſtatt deſſen den um ſeine Axe freibeweglichen Cylinder nur durch das Ausſtrömen von erhizter Luft (vergl. oben S. 471 ff.), die ich durch ein durch den Außendruck der freien Luft ſich nach dem Innern des Cylinders hin öffnendes Ventil, oder ſtatt deſſen durch mehrere kleine Bodenöffnungen ſich wieder ergänzen machte, in Kreisbewegung verſezte und erhielte? Da aber in dieſem Falle die Bewegung wahrſcheinlich nur mit ſehr geringer Kraft (mit der jedenfalls nicht großen Differenz der Spannung der den Ausflußröhren herausſtrömenden, durch die Erhitzung zwar verdünnten, dagegen aber auch in ihrer Elaſticität erhöheten und jener der äußeren dichteren aber kalten Luft) vor ſich gehen würde, ſo fragt es ſich: ob man die ganze Bewegung nicht mit einem größeren Momente lediglich von einer, mittelſt einer Elektriſirmaſchine in Gang zu ſetzenden und zu erhaltenden ſog. elektriſchen Ausſtrömung, nach Art des elektriſchen Flugrandes abhängig machen könne? da ſchon geringe Elektricitäts-Entwickelungen dieſer — Art verhältnißmäßig ſehr beträchtliche Maſſen in ſchnellſten Umſchwung zu bringen im Stande ſind.

Beachtung werth iſt, da es bei ſeiner Verwendung jene Hinderniſſe nicht in den Weg legen kann, welche Platten-Ventile, nach Art der Papin-ſchen, nicht ſelten, z. B. wenn die Platte geroſtet iſt (weshalb ich vorſchlug die Platten zu verplatinen, d. h. mit Platin zu überziehen; m. Archiv a. a. O. III, 251) gefährlich machen. Eine runde Oeffnung von 0,3 Zoll Durchmeſſer reichte bei einer Dampf-Spannung von 9 Atmoſphären (d. h. von 8 Atmoſph. über den Druck der Außenluft) hin, eine Dampfmenge, an Druckgewalt 20 Pferdekräften gleich, zu entlaſſen; die Menge des zur Sicherheit des Dampfkeſſels eingeſezten Metallgemiſches ſowohl, als das Sicherheitsventil darf und braucht daher ſelbſt bei weit mächtigeren Dampfmaſchinen nicht viel größer zu ſein, als die bezeichnete. In einem Verſuche, den v. Reichenbach in Schweigger's Gegenwart veranſtaltete, beſtand das Metallgemiſch aus 1 Wismuth, 12 Zinn und 12 Blei, d. i. aus einem Mengen-Verhältniß, von welchem v. R. ſchon aus früheren Verſuchen wußte, daß es erſt ſchmelzen würde, wenn die Spannung des Dampfes in dem Keſſel 14,4 Atmoſphären betrug. Es wurde daher das erwähnte Kugel-Ventil auf 14 geſtellt, d. i. auf den Punkt, wo es einen Druck gleich 14 Atmoſphären ausübte, und faſt unmittelbar darauf, als der Dampf dieſe Spannung erreicht hatte, ſchmolz das Metallgemiſch und gab es, gefloſſen, dem Dampf und dem Waſſer hinreichenden Raum zum Entweichen. v. R's Stöpſel-Ventil, bereitet aus dieſem Metallgemiſche, beſtand aus einem kegelig zugehenden ausgehöhlten eiſernen Zapfen, der in der zu ſeiner Aufnahme beſtimmten Oeffnung des eiſernen Keſſels, beinahe lediglich in Folge der Reibung, ſo feſt ſaß: daß er ſelbſt einem Drucke von 80 bis 100 Atmoſphären hätte widerſtehen können. Seine Aushölung ſtellte doppelte, mit der abgeſtumpften Spitze gegen einander gerichtete Kegel dar, weshalb es leicht war in die kleinere, mit der Grundfläche dem Innern des Keſſels zugewendete kegelige Aushöhlung das Metallgemiſch ſo einzunieten, daß es, ſo lange es nicht fließt, durch die Gewalt der Dämpfe nur feſter eingedrückt, unmöglich aber früher ausgeſtoßen werden kann, als es geſchmolzen iſt. Folgende Tabelle enthält v. R's Ergebniſſe hinſichtlich der zu beſtimmenden Druckgewalten und denſelben entſprechenden Hitzgraden erforderliche Verhältnißmengen der Einzelmetalle jenes Gemiſches; hinzuzufügen dürfte noch ſein, daß auch das Stib- (Antimonium oder Spießglanz) Metall ſich eignet leichtflüſſige Metallgemiſche zu gewähren, wie ſolches das Letternmetall der Buchdrucker bezeugt. Die Metalle ſind Wismuth, durch Bi. (Bismutum); Zinn, durch Sn. (Stannum) und Blei, durch Pb. (Plumbum) bezeichnet; die in der vierten ſenkrechten Spalte enthaltenen Zahlen zeigen die Spannungen des Waſſerdampfes: ausgedrückt in Atmoſphären „über den Druck der freien Luft“ an, zu deren Erreichung eine Hitze erforderlich war, gerade hinreichend, um die derſelben wagrechten Abtheilung angehörigen Metalle, in, deren Gewichtstheile ausdrückenden Zahlen ihrer Miſchungs-Verhältniſſe, zu ſchmelzen:

Bi.	Sn.	Pb.	Atmoſph.	Bi.	Sn.	Pb.	Atmoſph.	
11	12	12	2,46	2	8	3	10,33	Auffallend ſind, vergleicht man die Zahlenwerthe dieſer Tabelle, die Sprünge hinſichtlich der verſchiedenen Schmelzbarkeit.
12	12	12	3,00	2	12	12	12,00	
8	12	12	4,31	1	8	3	13,25	
2	5	3	5,40	1	12	12	14,40	
7	12	12	5,06	1	1	0	4,70	
5	12	12	6,35	0	1	1	15,36	
3	8	3	7,75	1	0	1	2,91	
4	12	12	7,66	1	0	0	68,30	
3	12	12	9,15	0	1	0	39,10	
1	5	3	10,16	0	0	1	über 80	

Z. B. Bei 5 Bi. 12 Sn. und 12 Pb. verglichen mit 4 Bi. 12 Sn. und 12 Pb., und mit 1 Bi. 12 Sn. 12 Pb. Auch ſieht man, daß wenn man die Temperatur bei der Sn. für ſich ſchmilzt mit 39,10 bezeichnet, jene bei der Bi. für ſich fließt mit 68,30 und die, bei der Pb. in Fluß geräth, mit mindeſtens 80 bezeichnet werden muß; vergl. hiemit die oben S. 353 Anm. angegebenen Schmelzgrade der genannten Metalle, ſo wie die S. 389 befindliche Ueberſicht der Schmelzgrade. Bedient man ſich, ſtatt der offenbar zweckmäßigeren v. R'ſchen Schmelz-Ventile, wie zuvor (oben S. 550) bemerkt, der in Keſſelöffnungen eingefügten Schmelzmetall-Platten-Ventile, ſo muß man jedenfalls mehrere Ventile der Art von höhere Hitze fordernder Schmelzbarkelt zur Hand haben, um nach beendeter, ſtets mehr oder weniger nachtheiliger Herausplatzung, der zur nöthigen Spannungs-Minderung erforderlichen Menge des Dampfes, die Oeffnung wieder ſchließen zu können, und hält es ſchon an ſich ſchwer, dergleichen Platten in kalte Keſſel von innen her feſt zu nieten, — und bei Einnietung von außen her würde die geringſte Druckvergrößerung des Dampfes die Platten herausſchleudern — ſo wird dieſes bei den erhitzten Keſſeln ſo gut wie unmöglich. Ganz verwerflich ſind aber auch dünne Platten oder Bleche von Keſſelmetall, die man, ſtatt aller Ventile, den kleinen Oeffnungen des oberen Keſſeltheils einzuſetzen vorgeſchlagen hat; denn ſie theilen nicht nur die Uebelſtände der Schmelzmetallplatten, ſondern ſie ſind zugleich ſehr unzuverläſſig, da, je dünner das Keſſelmetall iſt, es um ſo leichter durchhizt und mithin auch um ſo ſchneller und heftiger von außen her oxydirt wird, und da in ihren Ausdehnungen, bei der ſtärkern Erhitzung von jenen des übrigen Keſſelmetalls abweichend, ſie ſehr bald Aus- und Einbiegungen (leztere beim Mindern der Keſſelhitze) und damit Zerbiegungen erleiden, welche ſie in Dampf-Entlaſſer verwandeln, bevor es noth iſt. Aber ſowohl v. Reichenbach'ſche Schmelz-Ventile, wie Schmelzplatten und dünne eingefügte Blechplatten, haben den großen Nachtheil im Gefolge, daß ſie einmal geſchmolzen oder durchbrochen, auch wenn man Erſatzvorrichtungen der Art zur Hand hat, viele Zeit erfordern, um durch neue ihrer Art wieder erſezt zu werden, was beſonders bei Dampfſchiffen, zumal bei ſolchen, welchen Segelwerk

abgeht, da dieſe dann den Winden und Wellen preisgegeben erſcheinen, ſehr nachtheilig und, hinſichtlich möglicher Scheiterung oder Strandung, ſelbſt ſehr gefährlich werden kann; wie denn auch ſowohl Großbrittaniens als Amerika's Maſchinen der Dampfſchiffe weder Schmelzmetall noch Blech-Ventile, ſondern entweder Papin'ſche Platten-Ventile oder dieſelben vertretende ſchwere Kugel-Ventile *) führen, oder manometriſche Ventile (oben S. 47 und S. 194 — 195), die, nach ihrem Erfinder, auch Trevithiks'ſche Ventile genannt werden. Es beſteht aus einer gebogenen, mit Merkur gefüllten Röhre und bietet außer ſeinem Dienſte als Ventil, noch den beachtenswerthen Vortheil dar: daß es in jedem Augenblick über die Zu- oder Abnahme der Dampfſpannung in Kenntniß ſezt, und dieſes ſogar ſehr genau thut, wenn man zuvor, mit Rückſicht auf die Ausdehnung des Merkurs und ſeines Trägers, auf paſſende Verſuche geſtüzt, eine Scale entwirft, welche, z. B. in Linientheilen, angibt, um wieviel das Merkur durch eine Spannungs-Erhöhung von 1, 2, 3 u. ſ. w., 20, 30, 40 u. ſ. w. Atmoſphären in den zweiten Schenkel emporgetrieben wird. Freilich fordert das, wenn es für Hochdruckmaſchinen zur Ausführnng kommen ſoll, ſehr langſchenklige Röhren, was die Anwendbarkeit derſelben, denen es übrigens auch an gehöriger Weite nicht fehlen dürfte, ziemlich beſchränken möchte. — Verſchieden der Beſtimmung nach von den bisherigen Ventilen ſind die einwärtsſchlagenden oder ſog. Luft-Ventile, welche dazu dienen, Falls im Keſſel eine Leere entſteht (oben S. 558), die äußere Luft nach und nach in mäßig dicken Strömen in denſelben fließen zu laſſen, um ſo das Zuſammendrücken des Keſſels in Folge einſeitigen Luftdrucks zu verhüten. Obgleich nun dieſe, wie alle Ventile, in ihrer Wirkung übereilt und daher nutzlos werden können, wenn nämlich bei den Dampf-entführenden die Dampfbildung im Keſſel zu plötzlich und in zu großen Mengen eintritt, zumal wenn der Keſſel zugleich theilweiſe mürbe iſt, und bei den Luft-Ventilen, wenn die Leere zu raſch und in zu bedeutendem Verhältniß veranlaßt wird, ſo wäre es dennoch nicht übertrieben vorſichtig zu nennen, wenn man von Polizei wegen dann nicht nur auf gehörige Stärke (und rechtzeitige wiederholte oftmalige Unterſuchung) des Keſſels und aller übrigen Maſchinentheile, ſo wie auch von Zeit zu Zeit erfolgende Innen- und Außen-Säuberung insbeſondere des Keſſels und ſeiner Ventile hielte, ſondern zugleich darauf unabänderlich beſtände, daß erſterer nicht nur zwei gehörig verwahrte Dampfentlaſſuugs-Ventile, ſondern auch ein Luft-Ventil beſäße, das, von außen nach innen öffnungsfähig, entweder durch eine im Keſſel befindliche Spiralfeder (von

*) Die zuvor erwähnten v. Reichenbach'ſchen Kugel-Ventile dürften ſowohl den Platten- als den Kegel-Ventilen vorzuziehen ſein, da man ſie zugleich als Spannungsmeſſer benützen kann, und da ein Anhaften durch Roſt hier am wenigſten zu fürchten ſteht.

einer Stärke: daß ſie das Ventil nur eben zu tragen vermag) oder durch einen außerhalb des Keſſels befindlichen Hebel (der es gleichſam wagrecht in der Schwebe erhält) gegen den innern Rand der Oeffnung, bis zum vollſtändigeren Verſchluſſe deſſelben, angedrückt wird. Sobald die Spannung des Dampfes geringer iſt, als jene der Außenluft, öffnet ſich dieſes Ventil nach innen zu, der dadurch eindringenden Luft den Zugang geſtattend. Außer dieſen vier Regeln ſind noch folgende ſtrenger Berückſichtigung nicht weniger werth: 5) Man verſichere ſich gleich von vorn herein möglichſter Dauerhaftigkeit aller Maſchinentheile, und wo dieſe beweglich ſein müſſen, auch ihrer höchſtmöglichen Beweglichkeit. In Beziehung des erſteren Erforderniſſes ſteht zu bemerken: a) daß Kolben, welche aus mehreren, mindeſtens aus 2 bis 14 höchſt genau gearbeiteten und in einander geſchliſſenen Metallſtücken zuſammengeſezt worden, vor den einfachen entſchieden vorzuziehen ſind, weil ſie dieſelben, alles Uebrige gleich geſezt, an Leichtbeweglichkeit, Haltbarkeit und Unbiegſamkeit übertreffen; b) daß Maſchinen, welche vor andern durch größere Einfachheit ſich auszeichnen, während ſie leiſten, was dieſe gewähren, z. B. jene neueren ohne Dampfkeſſel und ohne Balancier (oben S. 559), dieſen vorgezogen zu werden verdienen, und daß daher c) mit jeder neuen Verbeſſerung, die Jemand zu unternehmen beabſichtigt, hier, wie in allen ähnlichen Fällen, die Vereinfachung des ganzen Mechanismus der Maſchine zur Hauptaufgabe gemacht werden ſollte. 6) Man vertraue die Feuerung, und bei den ſog. Locomotiven der Dampfwägen, die Bewachung und Beherrſchung der Ventile nur durchaus nüchternen und beſonnenen, ernſten, von Leichtſinn freien, willensſtarken und ehrenfeſten Männern an. — Ueber die zuvor zum öfteren erwähnte Zuſpritzung feiner Waſſerſtralen zu den bereits in Brand geſezten Kohlen, um ſo dann, mittelſt Waſſerzerſetzung und Wiederverbrennung des freigewordenen Hydrogen an Kohlen beträchtlich zu ſparen, ſ. oben S. 487. Schon Heron fachte das Feuer an mit Waſſerdampf; ſ. w. u.

27) Hauptpunkt bei den Dampfmaſchinen jeder Art iſt die Beſtimmung jener Temperatur des Dampfes, bei welcher von demſelben die vortheilhafteſte Anwendung erwartet werden darf. Den Verſuchen von Southern, Clement, Desormes und Despretz zufolge, iſt die Geſammtgröße (od. Menge) der zur Umwandlung „einer und derſelben Menge Waſſers in Dampf" erforderlichen Wärme, bei allen Temperaturen ſehr nahe die nämliche; man wird daher nur dieſes Verhalten berückſichtigend, nicht ſtärker feuern dürfen, um wärmeren und mehr geſpannten Dampf hervorgehen zu machen, als um kühleren und minder geſpannten zu Wege zu bringen. Mit der größeren Erwärmung gewinnt der Dampf aber auch an Dichte (oben S. 186 ff.); es wird daher zugleich auch bei der höhern Temperatur eine größere Gewichtsmenge Waſſer in Dampf übergehen, um den Innen-

Raum deſſelben Cylinders zu füllen, die bei niederer Temperatur von minder dichtem Dampfe erfüllet ward, und dieſes Mehr der Dampf-Erzeugung ſteigert ſich mit der Zunahme der Temperatur und fordert entſprechend größeren Kohlenverbrauch, und kennt man daher die Dichte des Waſſerdampfs der Maſchine von einer beſtimmten Temperatur, und die zu deſſen Erzeugung erforderliche Kohlenmenge, ſo wird leztere z. B. noch einmal ſo groß ſein müſſen, wenn der Dampf die doppelte Dichte gewinnen ſoll; vergl. Evans hieher gehörige Verſuche und Egen's Beurtheilung derſelben, oben S. 194—195. Es hat aber dieſes Verdichten des Dampfes ſeine Gränze, und für jeden Dampf der Art tritt endlich ein Maximum der Dichte ein, über das hinaus der eigene Druck des Dampfes (Falls die Keſſelwände Widerſtand genug leiſten und nicht zerſprengt werden) einen Theil ſeiner ſelbſt zu tropfbarem Waſſer wieder verdichtet, unter Entwickelung von jener Wärmegröße, welche dieſes Waſſer zuvor nöthig gehabt hatte, um Dampf zu ſein (oben S. 304 ff. und beſonders 166, 196, 219 u. 327 ff.), und dieſe Wärme iſt es hauptſächlich, welche das über dem Waſſer hervorragende Keſſelmetall zum Glühen bringt, und jedenfalls die Zähigkeit und Feſtigkeit dieſes Metallantheils plötzlich außerordentlich ſchwächt. (Ein anderer Theil, aber ein weit geringerer, entſpringt ohne Zweifel auch aus dem Drucke, den der Dampf auf das tropfliche Waſſer ausübt, und der deſſen Zuſammenpreſſung zur Folge hat.) Wird aber durch den eigenen Druck des Dampfes Dampf wieder zu tropflichem Waſſer verdichtet, ſo verſteht ſich von ſelber, daß von dieſem Punkte an alle weitere Waſſerverdampfung aufhört, und daß in ſolchem Falle der Keſſel zerplazt zu einer Zeit, in welcher die Verdampfung bereits gänzlich aufgehört hatte *) (oben S. 167, 175 und 186). — Fragt man nun aber, ob die der vermehrten Dampfdichte entſprechend geſteigerte Dampfſpannung auch genügenden Erſatz gibt, für den dadurch entſtandenen Mehrverbrauch von Kohlen? ſo entſcheidet darüber ſchon das zuvor berührte Geſetz der mit der Temperatur wachſenden Spannungsvermehrung (denn die Dämpfe, ſo lange ſie dieſes bleiben, ſo lange zeigen ſie ſich auch denſelben Geſetzen des Drucks und der Ausdehnung unterworfen, von denen die Lüfte beherrſcht werden; oben S. 46, 182 ff.), in Verbindung mit jenem Geſetze (S. 183), nach welchem ſich hiebei die Verdampfungszeit richtet; denn da, je dichter der Dampf wird, um ſo höhere Temperatur auch dem eben ſo heißen Waſſer ertheilt werden muß,

*) Was ich oben S. 171 dieſer Einleitung hinſichtlich der „Wärme-Entwickelung durch Zuſammendrückung des Waſſers" gegen Oerſted folgerte, iſt eigentlich ſchon durch Sturm's und Colladon's hieher gehörige Verſuche (S. 172 Anm.) außer Zweifel geſtellt; vergl. P's Ann. d. Phyſ. XII. 161 ff. Am deutlichſten unter den tropfbaren Flüſſigkeiten zeigte ſich dieſe Preſſungs-Wärme beim Aether; was nicht auffallen kann, da dieſer weit elaſtiſcher iſt, wie die meiſten übrigen Tropfbaren.

Luft getrocknete oder lufttrockne Torf; daß der mittelſt heißer Luft getrocknete auch in dieſer Hinſicht dem lufttrocknen vorgeht, jedoch dem ausgepreßten nachſteht, und daß lezterer ſich, der trocknen Deſtillation unterworfen (was im Großen am beſten in gußeiſernen Cylindern vor ſich gehen dürfte) am gleichförmigſten verkohlt, während er zugleich das wenigſt übelriechende brennbare Gas gewährt, das durch wiederholte Waſchung mit Kalkmilch ſich leichter geruchlos darſtellen läßt, als das des lufttrocknen unausgepreßten Torfs, das Merlin zufolge einer 18maligen Waſchung bedarf, um mit blendendweißer Flamme geruchlos zu verbrennen. — Paris wird jezt einem großen Theil nach durch brennendes Torfgas beleuchtet; wie bedeutend müßte ſich der Werth des gepreßten Torfes nicht erhöhen, wenn man ihn zur Gasbeleuchtung verwendete, wobei man dann die Torfkohle als Nebenerzeugniß erhielte, die, wenn ſie nicht zu reich an Erde iſt, da ſie faſt geruchlos verbrennt und der geröſteten Steinkohle an Hitzkraft ſich nähert, ja manche Steinkohlenarten daran beträchtlich übertrifft, an ſich ſchon ein in unſeren Zeiten höchſt ſchätzbares Erzeugniß darſtellt. (Wie man ihre Feſtigkeit erhöhen kann, darüber ſ. m. zur Polytechnologie unſerer Zeit a. a. O.) — Aber auch die dem friſchen Torfe durch Auspreſſen entzogene Humusſäure oder Torfſäure dürfte für die Folge ein beachtenswerther Handelsgegenſtand werden, entweder an ſich, d. h. nach vorangegangener Eindickung durch Abdunſten, oder zweckmäßiger in Verbindung mit Aeſcherig (Holzaſchenrückſtand, der verbleibt, nachdem die Aſche ausgelauget worden) oder auch nur mit Kalk. Denn da dieſe torfſauren Salze nicht nur den durch Streurechen an der Bodennahrung verarmten Waldungen, ſondern auch jedem Wieſen-, Acker- und Gartengrund, und Falls jene Salze Kalk zur Hauptgrundlage beſitzen, jedem ſchweren und feuchten Boden im hohen Grade erſprießlich zu werden vermögen, und da namentlich für Nadelholzboden ſchon kleine Mengen von Turfaten (torfſauren Salzen) in dieſer Hinſicht viel leiſten (denn wenn das Streurechen unterblieben war, ſo düngen die Nadeln ꝛc. auch nur, in ſo weit ſie verweſende Torfſäure und deren Salze entſtehen machen, und der Betrag der auf dieſem Wege entſtandenen Verbindungen dieſer Art iſt, im Verhältniß zur Bodenfläche ſehr geringe), ſo iſt klar, daß Gegenden, wie z. B. das Donau-Moos (oder Donau-Moor) und dieſem ähnliche, durch Darſtellung von jenen Torfſäure-Salzen im Großen und Verſendung derſelben, zumal in Sandbodenländer und (des Kalkturfat oder torfſauren Kalks) in Letten-, Kleien ꝛc. Boden-reiche Bezirke, erklecklichen Gewinn machen können, Falls Kanäle oder Eiſenbahnen die Sendungskoſten hinreichend beträchtlich mäßigen. — Hier noch einige Beiſpiele zum Theil im Großen betriebener Torf-Preſſungen; Orgeſſon in Helſingfors preßte, mit einer von ihm erfundenen Vorrichtung, binnen 20 Minuten 4000 Pfund friſchen Torfes bis zu trockenen feſten Maſſen aus; in Hannover wurde ſchwarzer und brauner Torf, mittelſt einer Waſſerpreſſe, deren Druck auf einen Geviertzoll 1000 Pfund gleichkam, innerhalb mehrerer Stunden,

mit jeweiliger Erneuerung und 8—12 Mal wiederholter Auspreſſung zu einer ſehr verdichteten Maſſe zuſammengetrieben, die jedoch noch 38 Proc. Waſſer durch weiter erfolgtes Austrocknen verlor. Leichter, als dieſer ſchlüpfrige, aus einer durch Moderung entſtandenen Verfilzung halb verweſeter Moorpflanzen beſtehende Torf, ließ ſich der dortige ſog. weiße Torf auspreſſen; er verlor nämlich dadurch von ſeinem 85 Proc. betragenden Waſſergehalte ohngefähr 75 Proc. Der faſt breiige Torf der beſſeren Clausthaler Torfmoore ließ ſich, friſch geſchöpft, nicht preſſen, wohl aber, nachdem er bei warmer Witterung hinreichende Zeit an der Luft gelegen und hiedurch zur Verfilzung ſeiner Theile gelangt war; hingegen gelang die Preſſung des dieſen breiigen Torf überdeckenden Faſern-Torfes (der dort bisher für die ſchlechteſte Torfart gehalten und, ohne ihn weiter zu benutzen, abgeräumt wurde) ſehr wohl. Er ließ ſich ſo bis zu ¹/₆, ja bis zu ¹/₅ ſeines frühern Raumumfangs verdichten, und kam, vollſtändig getrocknet, an Eigengewicht dem Fichtenholze gleich. Geröſtet gewährt er eine Kohle, welche zum Feuern auf Hüttenwerken darum ſich vorzüglich eignen dürfte, weil ſie nicht ſo leicht in Staub zerfällt, als die des breiigen Torfes, und weil ſie weniger Erde hinterläßt (denn eine Kohle, deren Aſche ſehr reich an Erden iſt, iſt hiedurch für die meiſten Hüttenfeuerungen ſehr verwerflich. Auf gleiche Weiſe, wie hier das Preſſen des ſog. Torf-Abraums die Benutzung deſſelben möglich macht, ſo ſezt überhaupt die Preſſung in den Stand, jeden Torfabfall zur nützlichen Verwendung gelangen zu laſſen, und wenn man auch nichts weiter preßte, als dieſe Abfälle, ſo würde das allein ſchon dem Torfmoorbeſitzer beträchtlichen Vortheil zu bringen vermögen. Zu Königsbrunn, im Würtembergiſchen, ſtellte man im Jahr 1834 auch Verſuche mit der Preſſung des dortigen Torfes an, man gab ſie aber auf — weil das ausgepreßte Waſſer zuviel brennbaren Stoff (Torfſäure) entführte. Indeſſen fragt ſich, ob nicht auch hier die Torfpreſſung vortheilhaft ausfallen würde, wenn man entweder den Torf vor der Preſſung mittelſt heißer Luft austrocknete, oder wenn man die durch Auspreſſen gewonnene Torfſäure, in der zuvor erwähnten Verbindung, als Düngemittel benuzte oder als künſtlich bereiteten Torfdünger in den Handel brächte? Auf dem Torfmoore am Moosberge im Solling (im Hannöveriſchen) preßte man, mittelſt einer ſtarken Schraubenpreſſe und durch die Muskelkraft zweier ſtarken Männer, in 5 Minuten 25 Stück Torfſoden, und mithin in 10 Stunden (mit Einrechnung von 1 Minute Erholung für jede 5 Minuten Preßzeit) 2500 Stück zu einer Rauminhalts-Verminderung von nahe ¹/₆ und einer Gewichts-Verkleinerung von ¹/₃ zuſammen. Fernere Verſuche, auf dem Moore ſelbſt angeſtellt, ergaben: daß um 1000 Stück daſigen Torfes zu preſſen, 4 Groſchen 4¹/₃ Pfennig Preßkoſten verurſachten. Vergl. Aſſeſſor Dr. v. Reden: Die bisherigen Unterſuchungen und Erfahrungen über das Preſſen des Torfes. Hannover 1838. 4. Der Verf. dieſer Schrift beantwortet die Frage: Wie iſt das Torfpreßverfahren am zweckmäßigſten zu bewerkſtelligen? wie folgt: Es wird

Raumumfang, bis auf einen höchſt geringen Unterſchied, dem Raumumfange des durchgeleiteten Gaſes gleichkommt (ein Verhalten, das die oben S. 421 ff. bemerkte Begünſtigung der Dampf-Entwickelung durch Lüfte bezeuget, und dem S. 335—349 Bemerkten zur Beſtätigung dient). Wollte man daher Maſchinen gemeinſchaftlich durch Waſſerdampf und Luft in Bewegung ſetzen, ſo würde man muthmaßlich am ſchnellſten zum Ziele kommen, wenn man die Einrichtung ſo träfe, daß zu dem ſiedend heißen Waſſer des Dampfkeſſels wenigſtens eben ſo heiße Luft fortdauernd ſich geſellete.

29) Neuerlich hat Arago zu beweiſen geſucht, daß der eigentliche Erfinder der Dampfmaſchine ein rheinpfälziſcher Ingenieur und Baumeiſter Salomon de Caus ſei, von dem A. glaubt, daß er ein Franzoſe geweſen; weil er ſein von jener Erfindung zeugendes Werk („Von gewaltſamen Bewegungen, Beſchreibung etlicher ſowohl nützlichen als luſtigen Maſchinen beneben unterſchiedlichen Abriſſen etlicher Höllen oder Grotten und Luſtbrunnen durch ꝛc., erſtlich in franzöſiſcher, jetzundt aber in unſre deutſche Sprach an Tag gegeben"), das in Heidelberg verfaßt und in Frankfurt a. M. gedruckt worden, zuerſt in franzöſiſcher Sprache geſchrieben, und weil er in der Zueignung an König Ludwig den XIII. von Frankreich: de votre Majesté le très obéissant subject unterzeichnet habe, wogegen in Baumgärtner's Zeitſchrift II. 191 bemerkt wird: daß Sal. de Caus ſich in der deutſchen Zueignung nicht Unterthan, ſondern Eurer königl. Majeſtät unterthänigſter Sal. de Caus nennt. — Vergl. oben S. 531. Ich füge noch hinzu: daß dieſer S. de Caus, auf Befehl Kurfürſt Friedrich's V., den Schloßgarten des ehemaligen kurfürſtl. Schloſſes zu Heidelberg (jetzt die ſchönſte Ruine Deutſchlands) ſelbſt angelegt und eine deutſche Beſchreibung unter dem lateiniſchen Titel: **Hortus palatinus a Friderico Rege Boemiae, Electore palatino Heidelbergae extractus Salome de Caus, Architecto. 1622. Francof. apud Joh. Theodor de Bry**, darüber in Druck gab, deren Text der ehem. kurpfälziſche Regierungsrath Medicus (da das Werk ſehr ſelten geworden und in den Rhein- und Neckargegenden davon nur noch 1 Exemplar, in der Bibliothek des damaligen Lehrers der Arzneikunde, Prof. Nebel zu Heidelberg, vorhanden war) zu Manheim im Jahr 1795 in 8. wiederum abdrucken ließ. Das Werk ſelbſt beſteht eigentlich aus 30 Kupfertafeln in Royal-Folio, enthaltend die Abbildungen der Kunſtanlagen jenes Gartens, erläutert durch eine kurze Beſchreibung (obiger Text) *). — Schon die Alten wußten übrigens durch Zuſammenpreſſung der Luft

*) Wahrſcheinlich hatte de Caus auch weſentlichen Antheil an dem ſog. Engliſchen Bau des Heidelberger Schloſſes, den Friedrich V. in den erſten noch ruhigen Zeiten ſeines Regentenlebens aufführen ließ. Die von de Caus ausgeführten Waſſerkünſte des Luſtgartens hinter dem Schloſſe waren ſo mannigfach, daß wohl eine Stunde dazu erfordert wurde, um ſie zu beſchauen.

Spannkräfte zu entwickeln, ſtark genug Steine und ſchwere Maſſen, als Wurfwaffen, zu bedeutenden Höhen und in beträchtliche Entfernungen zu ſchleudern; ſo z. B. **Kteſibios**, der Erfinder der großartigſten Geſchoſſe dieſer Art, der **Luft=Katapulta** *). Wäre **Heron's** Pneumatik unverſtümmelt auf uns gekommen, ſo könnte man muthmaßlich mit großer Wahrſcheinlichkeit über die Frage entſcheiden: ob die Alten ſchon etwas unſerer Dampfmaſchine Aehnliches gekannt? So, wie dieſes Werk jezt vorliegt, ertheilt es freilich kaum mehr als Winke darüber, daß der Waſſerdampf als bewegende Potenz in Gebrauch genommen werden könne. Zu dieſen Winken dürfte gehören, außer **Heron's** Kenntniß des Ganges der **Saugpumpen**, ſo wie der Einrichtung der **Verdichtungs=** und der **Verdünnungs=Luftpumpen** (oben S. 32), die Einrichtung und der Gebrauch ſeiner **Windkugel**, d. i. des nach ihm benannten **Herons=Balls** (aeolipita; ſ. oben S. 533 Anm.), ſo wie ſeines **Ballſpieles durch Waſſerdämpfe**. „Die Luft beſizt, lehrten die alten Griechen (und vor ihnen wahrſcheinlich ſchon die Alt=Aegyptier und Alt=Indier) **zweierlei** Spannkraft, eine **abſtoßende** und eine **anziehende**; wird ſie zuſammengedrückt, ſo entwickelt ſie die erſtere, wird ſie durch Auseinanderfließen (Verdünnen) ausgedehnt, ſo äußert ſie gegen alle Gegenſtände die leztere. (Vergl. F. v. **Drieberg**: Die pneumatiſchen Erfindungen der Griechen. Berlin 1822. 4.) **). Erzeugt man daher, durch Aufziehen des in einen cylindriſch wohlausgeſchliffenen, ehernen Hohlcylinder, der am entgegenſezten Ende aber mit einer Gewinde=Klappe oder mit einem Klappen=Ventil verſehen und jenſeits deſſelben mit einem Luft=erfüllten Hohlgefäße durch **Schrauben** verbunden iſt (durch eine männliche oder Schraubenſpindel am Hohlcylinder, und durch eine weibliche oder Schraubenmutter an dem Gefäße, deſſen Luft verdünnt werden ſoll) in ſolchem Hohlcylinder, durch Aufziehen des Stempels oder Kolbens, einen leeren Raum, ſo entwickelt ſich ſofort in der durch das Aufziehen verdünnt werdenden wenigen Luft des Hohlcylinders oder Stiefels, je weiter das Stempelheraufziehen fortſchreitet, um ſo mehr die **anziehende Spannkraft**, der zufolge ſie den aufſteigenden Kolben wieder herabzuziehen ſtrebt, und der gemäß ſie die zu dem Luft=vollen Hohlgefäße führende Klappe zu ſich zieht und mithin **öffnet** (während ſie leztere noch feſter ſchließen macht, als ſie zuvor ſchon ſchloß), wodurch dann die Luft aus dem Gefäße in den Cylinder überfließt und nun beide Hohlräume mit verdünnter Luft erfüllt werden. Läßt man dann noch den Kolben des Hohlcylinders höher zu ziehen, ſo ſchließt ſich die Innen=

---

*) Auch die **Waſſeruhr** iſt eine Erfindung des **Kteſibios**; er lebte etwa 150 Jahre vor Chr.

) Die der Verf. theils nach dem, was in den Lehrſätzen des **Heron, theils was in verſchiedenen bekannten „alten Erfindungen", z. B. in jener der Feuerſpritze, vorliegt, vervollſtändigt hat.

wo es dungbedürftige Waldungen gibt, leicht wird darſtellen und verwenden können, ſteht außer allem Zweifel. Beſſer wäre es jedoch, wenn man die ausgepreßte Humusſäure ſogleich, und bevor man ſie durch Abdunſten einengt, mit Kali und Kalk (z. B. mittelſt Aſche, Aeſcherig ꝛc. vgl. zur Polytechnologie unſerer Zeit, S. 63) in Humusſäure-Salz verwandelte; denn für ſich, alſo frei von Salzgrundlagen, abgeraucht, erleidet ſie theilweiſe, nach Maßgabe der Abdampfungshitze, mitunter ſehr weit gehende Zerſetzung. Auf ſolche Weiſe gewonnene humusſaure Salze würde man, in Fäſſer eingeſtampft, oder in Kiſten oder beim Waſſertransport ohne alle Umhüllung leicht zu Gegenden verführen können, wo es an Dünger gebricht. Mein Vaterland, Pommern, iſt z. B. längs der Oſtſeeküſte überwiegend mit Sand, urſprünglich Dünenſand, bedeckt, aber auch reich an Torf, und hat mithin das beſte Mittel: den Sandboden in fruchttragenden Acker zu verwandeln, ganz nahe; denn auch an Kalk gebricht es jenen Gegenden durchaus nicht. Gleiches gilt von Mecklenburg, der Mark Brandenburg, und zum Theil auch von unſeren Gegenden. Unſere hohe Röhn und hauptſächlich unſer Donau- und Iſar-Moos, ſammt den Torfgründen am Abhange des Fichtelgebirges, ſie allein würden vielleicht ſchon hinreichen, alle Waldungen Deutſchlands mit kräftigendem Dünger zu erfriſchen, all ſein Heidenland und überall, wo der Grund von Todt-Liegendem überſchüttet ſich zeigt, in üppige Frucht tragenden Boden zu veredeln, und was wäre in dieſer und ähnlicher Beziehung für unſer gemeinſames Vaterland nicht möglich, wenn die mächtigen Torfgründe Oſtfrieslands und Weſtphalens, beider Heſſen, Badens und Würtembergs, und jene gewaltigen Oeſterreichs, von denen ſechs der Böhmiſchen allein wenigſtens ebenſoviel Millionen Klafter Torf darbieten; vergl. a. a. O. 37. Was würde nicht Preußen in allen ſeinen Landestheilen, was Rußland, Schweden, Dänemark, Groß-Britanien, die Niederlande, Belgien und Frankreich an Nähr- und Wärmekraft gewinnen können, wenn jeder dieſer Staaten ſeinen Reichthum an Torf in Brennkohle und Dungſalz, oder Dungerde zu wandeln begönne! Ohne Sorge um Brennſtoff könnte man dann, nicht nur die ſog. Locomotive eines Europa überſpannenden Eiſenbahn-Netzes nach und nach ſich in Bewegung ſetzen ſehen, nein auch alles wüſt liegende Land vermöchte man dann in fruchttragendes zu verwandeln, und Brod würde es unter ſolchen Umſtänden genug geben, um das Doppelte der Bewohnerzahl, die gegenwärtig Europa trägt, zu ſättigen. Möchte ſich doch ein Fürſt, dem es recht warm ums Herz iſt, wenn er ſeiner Landeskinder gedenkt — und Europa iſt, Gott ſei's gedankt! nicht arm an ſolchen Fürſten — möchte dieſer ſich entſchließen, im Großen Anſtalt treffen zu laſſen: zur Preſſung des Torfes und zur Fertigung von Torf-Dungſalz. Die Barbaren haben Griechenlands ſonſt blühende Auen verwüſtet und verſchmachten gemacht, weil ſie ſeine Quellen zeugenden Wälder verbrannten, aber es gebricht Griechenland nicht an Torf, und damit nicht an dem Mittel: neu eingeſäete oder angepflanzte Waldungen zum ſchnellen Wuchſe zu

bringen. Akazien (Robinien) und ſtaudige Maulbeeren (Morus multicaulis) würden, durch geeignetes Torf=Dungſalz genährt, in wenigen Jahren Waldungen und Gebüſche gewähren, ſchattig genug, um die verſiegten Quellen wieder zu verlebendigen, und während erſtere nach und nach Nutzholz und junge Blätter: benutzbar zu ſchmackhaftem Gemüſe, ſowie Saamen=geeignet den Kaffee zu vertreten, lieferten, und Quellen zeugend, eigentlichen Waldbäumen den Boden vorbereiteten, würden die Blätter der lezteren in den Stand ſetzen, die Seidenzucht im ungewöhnlich großen Maße zu begünſtigen. Aber nicht nur der Torf, ſondern auch die Braunkohle, zumal die holzartige, oder das bituminöſe Holz, an der es in keinem der genannten Länder fehlt, beut Brennſtoff, häufig genug, um im verkohlten Zuſtande (d. h. nachdem das bituminöſe Holz der trocknen Deſtillation unterworfen worden) ohne Entwickelung widrig riechender Dämpfe: Oefen, Küchen= und Dampfkeſſel=Feuerheerde hinreichend zu heitzen, und auch bei dieſer Verkohlung fällt noch Manches ab, was, ſei es als Leuchtgas oder als flüchtige Säure oder als Brenzöl, ſich mit Nutzen mannigfach verwenden läßt.“ Vergl. oben S. 383, 484 ff.

32) Woher aber den Brennſtoff nehmen für ſo viele Dampfmaſchinen? Nach einem mäßigen Ueberſchlage reichen Großbrittaniens Steinkohlen, wenn die Zunahme der Dampfmaſchinen ſich auch im doppelt ſo großen Verhältniſſe ſteigert, als ſolches in den lezten 10 Jahren der Fall war, mindeſtens noch auf 300 bis 400 Jahre hin, und auch Deutſchlands und Belgiens Steinkohlenlager ſind noch ſehr reich an ſolchem vorzeitigen oder vorweltlichem Torf*), und gewiß ſind hier und ebenſo in Scandinavien, europäiſch Rußland, Moldau und Wallachei, Griechenland, Dalmatien und Croatien, Siebenbürgen und Ungarn, Galizien und Lodomirien, ſo wie in einigen Theilen des übrigen Polen, in Böhmen und Mähren, Italien und Frankreich der unaufgeſchloſſenen Stein= und Braunkohlen=Lager, ſowie jener des bituminöſen Holzes noch ſehr viele, nicht zu gedenken des Steinkohlen=Reichthums, den Spanien und Portugal, und vor allen Ländern, den Amerika birgt; und nicht weniger reich zu nennen ſind alle dieſe Lande an jeztzeitigem Torf, der, wenn er einer allmäligen Preſſung und darauf erfolgten Trocknung unterworfen und ſo von ſeinem Waſſer (nebſt Humus= oder Dungſäure, die man, da ſie im Torf als ſchon fertig gebildet und in der größten Menge vorkommt, abſtammungsrichtiger Torfſäure, ſo wie deren Salze Turfate zu nennen ſein möchten) befreiet worden, in ſolchem Maße verdichtet und mithin in ſeinem Umfange vermindert erſcheint, daß er nun in beträchtlichen

*) Dafür halte ich die Steinkohlen; m. Hdb. d. Meteorolog. I, 277 ff. und oben Seite 361 ff.

gehalten, daß die eine, die undurchbohrte, von der andern ſich zwar um etwas erheben konnte, beide aber einander nicht zu verlaſſen oder auszuweichen vermochten. Hob ſich nun die eine der Platten, ſo weit ſolche Hebung durch das Gewinde geſtattet wurde, ſo konnte Luft, z. B. aus dem zuvor gedachten Hohlgefäße, durch die Mittenöffnung der anderen (hier der unteren) Platte in den Hohlraum überfließen, in welchen die (hier die obere) undurchbohrte bewegliche Platte ſich befand, und war dieſes geſchehen, ſo fiel dieſe obere Platte wieder auf die untere zurück, wodurch dann der Innenraum des mit der unteren verbundenen Gefäßes wieder abgeſchloſſen wurde. — — „Das Feuer, lehrten ferner die Alten, löſ't alle Körper, die gröber als es ſelbſt ſind, in feinere Beſtandtheile, in der Luft ähnliche Flüſſigkeiten auf; der Dampf des aus ſiedenden Keſſeln aufſteigenden Waſſers, er iſt nur ein durch Feuer verdünntes Waſſer, das, in ſolcher Weiſe ſehr verdünnt, der Luft völlig ähnlich wird, ſo daß er, z. B. *durch eine Röhre geleitet*, ſowohl *als Gebläſe* zum Anfachen brennender Kohlen (vergl. oben S. 437), als auch als Luftvertreter für *muſikaliſche Inſtrumente*, z. B. für Pfeifen und Tuben (Trompeten), um dieſelben zur Anſprache zu bringen, zu dienen vermag. Am vollkommenſten läßt ſich jedoch dieſe Aehnlichkeit des Waſſerdampfes mit der Luft, durch die *Windkugel* nachweiſen. Man fertigt dergleichen hohle Kugeln aus Erz, bohrt ein Löchlein hinein, in das man ein Röhrchen genau ſchließend ſchieben kann, füllt ſie mit Waſſer und ſtellt ſie ans Feuer; ſobald ſie erhizt werden, ſtoßen ſie heftigen Wind aus. Dieſer Vorrichtung ähnlich iſt das *Ballſpiel durch Waſſerdampf*. Weitet man nämlich das obere, äußere Ende der Röhre trichterförmig aus (oder verſieht man einen Keſſel, den man zur Hälfte mit Waſſer gefüllt und dann durch einen feſt eingeſchraubten

---

die Höhe und öffnet dadurch die Bodenklappe, ſo wird die von der Verlängerungs-Röhre eingeſchloſſene Luft Verdünnung erleiden, und damit eine anziehende Spannung entwickeln, durch die ſie das die untere Röhren-Mündung füllende Waſſer ſo *lange herauf zieht, bis Laſt des* emporgezogenen *Waſſers und Zugkraft der Luft* einander *das Gleichgewicht halten*. Wäre aber der Pumpenſtiefel länger, und mithin auch der Stempelhub viel größer, ſo würde auch das Waſſer noch höher zu heben ſein, *weil das Saugvermögen der Luft keine Grenze* hat. Dennoch vermag aber das Waſſer nicht zu jeder Höhe gehoben zu werden. Der Grund hievon liegt in der *Abänderung*, die das Waſſer durch die große Anziehungs- oder Saugkraft (der Luft) erhält; es löſ't ſich nämlich ſelbſt in luftähnliche Theilchen auf, die als *kleine Blaſen* aufſteigen, und jede durch das Heben des Stempels bewirkte Leere ſogleich wieder füllen (mithin ein weiteres Luft-Verdünnen beſchränken und aufheben)." — Dieſe Bemerkung: daß aus dem in der Saugröhre möglichſt gehobenen Waſſer bei weiterem Stempelhub *Bläschen* (atmoſphäriſche Luft des Waſſers, begleitet von Waſſerdampf) aufſteigen, ſezt voraus, daß dergleichen Bläschen von *Heron geſehen worden ſind*; was nicht anders möglich war, als daß er mit *durchſichtigen*, mithin mit *gläſernen* Röhren experimentirt, oder wenigſtens in gewiſſen Höhen der Steigröhre Oeffnungen gemacht und in dieſe Glas eingeſezt hat. — — Daß *Erwärmung* die *Spannkraft der Luft vermehre*, war den Alten nicht nur bekannt, ſondern ſie leiteten auch das Dünnerſein der höher ſchwebenden Luft lediglich von der Beimiſchung des Feuers ab.

Deckel geſchloſſen hatte, deſſen Mitte, hiezu durchbohrt, eine an beiden Enden offene, am äußern Ende trichterförmig erweiterte Röhre aufgenommen hatte), legt dann eine leichte Kugel oder einen dergleichen Ball in den Trichter, und erhizt den Keſſel bis zum Kochen des Waſſers; der herausfahrende Waſſerdampf ſchnellt dann den Ball in die Höhe, dieſer fällt wieder herab, die Röhre ſchließend, und wird aufs Neue und ſo abwechſelnd fort in die Höhe geſchleudert und in Folge eintretender Spannungs-Minderung des in der Luft ſich verbreiteten und zu Dunſt abgekühlten Dampfes, zum Fallen und Wiederanſteigen gebracht. — Auch der oben S. 464 ff. erwähnte Heron'ſche Dampfkreiſel beſtand aus einem ähnlichen, jedoch mit Waſſer gefüllten Keſſel, ebenfalls mit luftdicht aufgeſchraubtem Deckel. Dieſer war ſeitwärts, nahe ſeinem Rande, durchbohrt, und in dieſe Bohröffnung eine an beiden Enden offene Röhre eingelöthet, die außen zuvörderſt ſenkrecht aufgerichtet, dann oben rechtwinklig gebogen, mit dieſem wagrechten gebogenen Ende bis zur Mitte, oder vielmehr bis nahe zu einer gedachten ſenkrechten Linie reichte, die als verlängerte Höhenaxe des Keſſels und des Deckels zu betrachten war. Dieſes horizontale Röhrenende griff nun in eine kleine Hohlkugel, genau eingefügt alſo ein, daß die Kugel beweglich blieb, während ſie von der entgegengeſezten Seite her von der zapfenförmigen Spitze eines Stabes (mittelſt einer für dieſe Spitze hinreichend weiten Vertiefung der Kugel) gehalten wurde; der, ebenfalls rechtwinklig gebogen, mit ſeinem ſenkrechten unteren Ende, gegenüber der Röhre, an den Rand des Deckels gefeſtigt worden war. Die Kugel war außerdem noch in Mitten ihrer oberen und unteren Fläche von offenen, winklig gebogenen, luftdicht eingelötheten Röhrchen durchbrochen, welche dazu beſtimmt waren, den durch die große Röhre aus dem Keſſel dem Innenraum der Kugel zuſtrömenden Dampf in die freie Luft zu entlaſſen. Sobald dieſes erfolgte, trat auch von Seite des Dampfes Rückſtoß ein, groß genug: die Kugel um ihre wagrechte Axe ſchnell zu drehen. — Daß man auch in dieſer Form dem Dampfkreiſel würde zu Maſchinen-Bewegungen benutzen können, leuchtet leicht ein *). — In Betreff der von Zuſammenpreſſung und Wiederausdehnung der Luft abhängigen Bewegungen iſt auch der Carteſianiſche Taucher, eine Nachbildung der Waſſerſchlange des Vitruv (deſſen: De Architect. lib. X. c. 12, und daraus v. Drieberg a. a. O. 37.), und ebenſo auch die Art, wie die mit Schwimmblaſen verſehenen Fiſche,

*) Eine in meteorologiſcher Hinſicht merkenswerthe Vorrichtung ſtellt Heron's Sonnentraufe dar; vergl. v. Drieberg a. a. O. S. 35. Eine unten mehrfach fein durchlöcherte Hohlkugel, in Mitten derſelben Untenfläche von einer genau und luftdicht eingefugten, langen, an beiden Enden offenen Glasröhre durchſezt, werde umgekehrt und, mittelſt dieſer Röhre, zur Hälfte mit Waſſer gefüllt, dann in die vorige Stellung zurückgebracht und ſo auf einen Dreifuß geſtellt, deſſen unten etwas weiter als oben von einander abſtehende Füße, unten mit dem Rande eines offenen Gefäßes zuſammenhängen, das Waſſer genug enthält; um das aus der Kugel hervorragende Röhren-Ende mit Waſſer umgeben aufzunehmen. Man verſchließt

die ſog. Korkfiſche, im Waſſer ihre auf- und abſteigenden Bewegungen vollziehen, zu beachten; indem dieſe nämlich, um zu ſinken, die Schwimmblaſe durch Muskelkraft zuſammendrücken und von Luft entleeren, um zu ſteigen dagegen, ſie (mittelſt ihrer Athmungsorgane, der Kiemen) durch Luft-Einſaugung oder Einathmung wieder mit Luft füllen; im erſteren Falle aber an Umfang verlieren, und mithin gewichtiger werden (weil ſie nur um ſo viel von ihrem Gewichte verlieren, als das Stück Waſſer wog, das ſie, mit ihrem ganzen Körper aus dem Raume vertreiben, während ſie ſich in demſelben befinden; oben S. 48) und im lezteren hingegen an Umfang und damit an Leichtigkeit gewinnen. — In ein ganz mit Waſſer gefülltes Glasgefäß läßt man eine kleine gewundene, aus farbigem Glaſe hohl geblaſene, Luft-erfüllte Schlange (oder andere Figur) gleiten, die unten ein Löchlein hat, und die mit ihrem Luftgehalte etwas leichter iſt, als das Waſſer. Man bedeckt jezt das Glas mit feuchter Thierblaſe (oder beſſer: mit einem paſſenden Kautſchuck-Blättchen) und bindet dieſes feſt an. Drückt man nun, z. B. nur mit dem Finger, auf die ſtraff gebundene, dem Waſſer anſchließende Blaſe, ſo preßt man damit einen Theil des Waſſers, da es durch ſo geringen Druck der Zuſammenpreſſung unfähig iſt, in die Figur hinein, wodurch dieſe bei gleichbleibendem Umfang gewichtiger wird und zu Boden ſinkt. Hebt man den Druck wieder auf, indem man den Finger von der Blaſe entfernt, ſo dehnt ſich die zuvor in der Figur durch das eingedrungene Waſſer zuſammengedrückte Luft, das Waſſer zum Löchlein hinaustreibend, wieder aus, und die Figur ſteigt wieder empor. Man könnte ſolche Figuren durch ähnliche, regelmäßig geformte, farbloſe und mit einer Längenſcale verſehene Glasröhren vertreten laſſen und dieſe dann, auf ähnliche Weiſe wie in jenem ſpielenden Verſuche behandelt, auch wiſſenſchaftlich benutzen; z. B. um Waſſer mit Weingeiſt, Aether, Oelen u. ſ. w. hinſichtlich der Zuſammenpreſſungs-Fähigkeit (oben S. 169), und eben ſo auch um verſchiedene, dem Waſſer zugängliche Lüfte in gleicher Abſicht zu prüfen; desgleichen würde man ſo mit leichter Mühe die Verſchluckbarkeit verſchiedener Gaſe durch eine und dieſelbe tropfbare Flüſſigkeit zu beſtimmen vermögen. Auch würden ſich gaſige Carbonſäure enthaltende Flüſſigkeiten (z. B. Biere, Mineralquellen ꝛc.), in ſo fern mit dergleichen in ihrer ſenkrechten Stellung geſicherte Meßröhren, hinſichtlich ihres Gehalts an jener gaſigen Säure,

---

nämlich, bevor man die Kugel umkehrt, dieſes Ende der Röhre mit dem Finger ſo lange, bis man es unter den Waſſerſpiegel des Gefäßes gebracht hat. Die kleinen Kugellöcher laſſen mithin kein Waſſer durch, da das die Röhre unten umgebende Waſſer ſie abſchließt; ſie werden dagegen ſogleich anfangen Waſſer tröpfelnd zu entlaſſen (in das Gefäß), ſobald die Luft oberhalb des Waſſers in der Kugel durch Erwärmung und durch Beitritt von mehr Waſſerdampf an Spannung und damit an Druck gewinnt; ein Fall, der nicht ausbleibt, ſobald die Sonne die Kugel beſcheint, aber aufhört gegeben zu ſein, ſo wie eine Wolke die Sonne bedeckt. Es iſt dieſe Vorrichtung mithin eine beſondere Art von intermittirenden Brunnen.

ſchnell und beiläufig genau beſtimmen laſſen, als die gasreichſten durch denſelben Druck in die Röhre am wenigſten hinaufgedrückt werden, da ſie der vollkommenſten Zuſammenpreſſung fähig erſcheinen, und mithin bei gleichem Drucke weniger weit in die Figuren-Oeffnung getrieben werden können, als andere minder elaſtiſche, die ſchon bei dem leiſeſten Druck, kraft ihrer geringen Zuſammenpreſſung, nirgends hin als in die Figur entweichen können. Man würde übrigens ſolchen Meßröhrchen etwas Merkur beigeben müſſen, um ſie in ſenkrechter Stellung zu erhalten, und ſtatt eines Löchleins würden deren drei an den Seiten in gleicher Höhe, anzubringen ſein, die ein Dreieck einſchlöſſen.

30) In welchem Maße großartig die Erfindung der Dampfmaſchine in die Beſchäftigung der Menſchen, in Handel und Gewerbe und was mit dieſem zuſammenhängt eingreift, davon zeugen theils die durch dieſe Maſchine gewonnenen höchſt bedeutenden Vertretungen der Menſchen- und Thier-Kräfte, theils die außerordentliche Mannigfaltigkeit in der Art ihrer Verwendung. Darf man annehmen, daß gegenwärtig, ſei es in Fabriken und Manufakturen, ſei es in Dampfſchiffen, auf Eiſenbahnen, auf Schiffswerften und in Schiffsdocken, in Bergwerken, ferner: nicht wie jezt in wenigen, ſondern in vielen Stampf-, Mahl- und Schreidemühlen, Behufs des Ackerbaues, in Haushaltungen, Badeanſtalten u. ſ. w. mindeſtens 200,000 Dampfmaſchinen arbeiten, ſo erſetzen dieſe durchſchnittlich 4 Millionen Pferdekraft oder 25 Millionen Menſchenkraft! und in welchem Grade werden ſich dieſe Zahlen vielleicht dereinſt vergrößern, wenn erſt ſämmtliche größere Ackerländereien durch Dampfpflüge gefurcht *), oder vielleicht beſſer noch durch (erſt zu erfindende) Dampf-Grabſcheite oder Dampf-Spaten, deren z. B. auf jeder Seite eines (hiezu gleichfalls noch zu erfindenden) Dampfwagens 16 bis 20 arbeiten, gegraben (oder geſchürft, oder geſchort, wie man in manchen Gegenden Deutſchlands ſpricht), ſämmtliche größere Kornfelder und Wieſen mittelſt von Dampfmaſchinen bewegten Senſen und Sicheln geſchnitten, in allen größeren Hüttenwerken, Spinn- und Webereien, Bier- und Eſſigbrauereien, Branntweinbrennereien, Zuckerſiedereien, Glashütten (zum Zermahlen des Quarzes u. ſ. w.), Tabaks-Fabriken, Färbereien, Zeugdruckereien, Papiermühlen, Buchdruckereien, Münzſtätten, in den Werkſtätten der

*) Soll es zur allgemeinern Einführung von Dampfmaſchinen kommen, ſo dürfte dieſes vielleicht am leichteſten möglich werden, wenn z. B. ganze Ackerbürgerſchaften eines Städtchens, Markts oder Fleckens, Dorfs ꝛc. zunächſt einen Dampfpflug, Senſenwagen ꝛc., ebenſo alle Häfner, Steinmetzer ꝛc. eines mäßig großen Orts, eine Dampfmaſchine zum Zerreiben des Thons, der Glaſurmaſſen ꝛc. auf Actien anſchafften, bis dann ſpäter die dadurch gewonnenen Erſparungen geſtatteten, deren Anzahl zu vermehren, und z. B. jeden Häfner in den Stand ſezten eine, wenn auch kleine Dampfmaſchine nur zu ſeinem Gebrauche ſich zuzulegen, welche außer der genannten Vorrichtung auch die Häfnerſcheibe, und zwar gleichmäßiger wie irgend ein Menſch es vermag, in Bewegung ſezte.

meiſten Handwerker, zumal der Häfner oder Töpfer, Glas- und Steinſchleifer, Brodbäcker, Schmiede und Schloſſer, auch wohl der Schreiner oder Tiſchler, ſofern dieſe, wo ſie im Großen arbeiten, für die Folge das Hobeln und Bretterzerſchneiden Maſchinen überlaſſen, auf Plätzen zum Zerſtampfen der Wegbau-Materialien, zum Behauen der Bauſteine, in Apotheker-Laboratorien, beim Zerſtoßen, Zerreiben, Zerſchneiden u. ſ. w., alle grobe, beſſer durch Maſchinen als durch Menſchenhände gelingende Arbeiten von Dampfmaſchinen oder deren Vertretern *) vollbracht werden! Denn es ſcheint, bei der fortſchreitenden Ausbildung des Menſchengeſchlechts, in der That eine der von ihm zu löſenden Aufgaben zu ſein, den Menſchen auch in leiblicher Hinſicht frei zu machen von jeglicher Knechtſchaft, und alle auf die Gewinnung und Bearbeitung der rohen Stoffe gerichtete Handarbeiten nach und nach in (Maſchinen lenkende und beaufſichtigende) Arbeiten des Kopfes zu verwandeln **); ſo auch in Beziehung auf meiſtens alle zur Erhaltung und Pflege der Menſchen unabweisliche Leibesnothdurft, des Menſchen Thun, je länger je mehr, zu vergeiſtigen, und nicht nur durch vervollkommnete Erziehung der Menſchen, ſondern auch durch Veredelung ihrer Berufsarbeiten, ſie zur höheren geiſtigen Verbrüderung zu befähigen! Beitragen werden zunächſt hiezu, wohl mehr als es jezt für die Meiſten den Anſchein hat, die beſchleunigte Mehrung und Verbeſſerung der Dampfſchiffe und der Dampfwägen, ſammt denen lezteren zugehörigen Eiſenbahnen, oder was dieſe für die Folge gültig zu vertreten ſich wohl geeignet zeigt ***).

*) Mit glücklichem Erfolge hat man neuerlich angefangen elektromagnetiſche Wirkſamkeit, die entwickelt worden, mittelſt galvaniſcher Ketten (ſowohl einfacher wie zuſammengeſezter, oder ſog. galvaniſcher Säulen; m. Grundz. 581, 420 ff.) zur Maſchinenbewegung zu verwenden; indeſſen zweifle ich, daß man auf dieſem Wege ſtarke Hebelkräfte mit Vortheil und mit der nöthigen Leichtigkeit wird nachhaltig hervorrufen können. Mehr verſpreche ich mir in dieſer Hinſicht von den magneto-elektriſchen Bewegungskräften; a. a. O. und 412 ebendaſelbſt.

**) Die größte Pyramide Aegyptens forderte, um erbauet zu werden, 20 Jahre hindurch 100,000 Menſchen (ihr Gewicht berechnet ſich auf 186 Millionen Centner); mittelſt Dampfmaſchinen hätte man ſie mit 18,000 Menſchen binnen 18 Stunden zu Stande bringen können. — Das Wort Pyramide, oder vielmehr Pyramon und daraus Pyramide, ſtammt aus der koptiſchen Sprache, und bezeichnet in dieſer: Sonnenſtral, Höhe.

***) Vergl. m. Zur Polytechnologie ꝛc. S. 1 ff., 63 ff. Wo man die Eiſenſchienen mit erdigen Aſphalt-Gemengen unterlegt, hat man den Vortheil, das Eiſen der Schienen nach unten hin gegen Feuchtigkeitsandrang beſſer ſchützen und hinſichtlich elektromagnetiſcher Telegraphen ſie, in Beziehung auf Elektricitäts-Ableitung, beſſer iſoliren zu können; doch ſcheint, nach Prof. Dr. Steinheil's Bemerkung, deſſen: Ueber Telegraphie, insbeſondere durch galvaniſche Kräfte Eine öffentl. Vorleſung, gehalten in der feſtlichen Sitzung der königl. baieriſchen Akad. der Wiſſ. am 25. Auguſt 1838, ꝛc. München. gr. 4., ſolche Iſolirung der Eiſenbahn zu dieſem Zwecke kaum nöthig (da die ſog. elektriſche Strömung ſchneller erfolgt, als die Elektricitäts-Ableitung).

31) Hieher gehörige Vorſchläge findet man unter andern in meiner kleinen Schrift: Zur Polytechnologie unſerer Zeit. Nürnberg 1836. 8. S. 51 ff., woſelbſt ich auch auf den, ſo viel ich weiß von mir vor mehr denn 10 Jahren (in m. Arch. für die geſ. Naturl. XVII. 131, 255 ff.) ausgegangenen Vorſchlag zur Erleichterung der Verſendung und dadurch zur Beförderung ſeines Verbrauchs: den friſch geſtochenen Torf zu preſſen, ausführlicher zurückgekommen bin. Mich brachte auf dieſen mittlerweile in Deutſchland, England, Schottland, Böhmen, Schweden, Finnland und wiederum in Deutſchland, zum Theil mit ſehr glücklichem, zum Theil mit minder ſchätzbarem Erfolge, und mitunter ſehr im Großen verwirklichten Gedanken theils die wachſende Noth um Brennholz, theils die mehr und mehr um ſich greifende Verkümmerung der Nadelholzwaldungen durch Streu-Rechen (d. h. durch Zuſammen-Rechen oder Harken der Tannen-, Kiefern- ꝛc. Nadeln, ſo wie der Aſtabfälle ꝛc. und Verwenden derſelben ſtatt Stroh ꝛc. zur Streu in Viehſtällen) theils auch die Leichtigkeit, mit welcher ſich Schlamm- und Sumpf-Torfe, ſowie auch älterer Pechtorf, durch Alkalien in Dünger verwandeln laſſen.. Einige im Kleinen angeſtellte Verſuche zeigten mir 1) daß ſich manche Torfſorten (insbeſondere dienten mir hiezu Torfe älterer Torflagen von der hohen Rhoen) durch allmäliges, nicht übereiltes Auspreſſen, anfänglich mit ſtarken Handpreſſen (mit einer Buchbinderpreſſe, dann mit einer ſtärkern Siegelpreſſe; ich füllte nämlich einen unten mit zwei Abzugrinnen verſehenen, ſtarken viereckigen hölzernen Kaſten, in den ich ein grobes Leintuch ausgebreitet hatte, mit Torf, legte einen in den Kaſten paſſenden eichenen Deckel darauf und fing nun an dieſen zuvörderſt zu belaſten, und dann zu preſſen), dann mit einer Bramah'ſchen Waſſerpreſſe von dem größeren Theil ihres Waſſers, ja, bei hinreichend oft wiederholter Preſſung- von dem größten Theil ihres Waſſergehaltes befreien und in eine ſehr dichte und feſte, verhältnißmäßig wenig Raumumfang beſitzende Maſſe zuſammentreiben laſſen; 2) daß das ausgepreßte Waſſer reich war an Torfſäure, begleitet von einigen wenigen, größtentheils dieſe Säure zum Mitbeſtandtheile habenden löslichen Alkali-Salzen, und 3) daß der gepreßte Torf, dieſes Verluſtes an Brennſtoff ungeachtet, kraft der ihm gewordenen großen Verdichtung, einen trefflichen Brennſtoff darſtellt, der ſich an der freien Luft, oder ſchneller mittelſt Hindurchtreiben heißer Luft in weit kürzerer Zeit, als der ungepreßte, gänzlich austrocknen läßt; ſo daß man, wenn man den Torf ohne Verluſt an Brennkraft zum kleineren Umfange verdichten und ſo in einen wohlfeiler verſendbaren verwandeln will, man ihn nur von heißer Luft durchſtreichen und unmittelbar nach der auf ſolchem Wege bewirkten Trocknung der Preſſung (am beſten, zwiſchen Flechtwerk mittelſt der Waſſerpreſſe) zu unterwerfen braucht, um zu erreichen, was man bezweckte; wie mich, vor Kurzem, mit Raſentorf aus hieſiger Gegend, freilich ſehr im Kleinen (mit einigen Unzen) angeſtellte Verſuche gelehrt haben. Auch fand ich, daß der durch Auspreſſen entfeuchtete Torf beim Verbrennen weniger widrig riecht, als der ungepreßte, an der freien

Luft getrocknete oder lufttrockne Torf; daß der mittelſt heißer Luft getrocknete auch in dieſer Hinſicht dem lufttrocknen vorgeht, jedoch dem ausgepreßten nachſteht, und daß lezterer ſich, der trocknen Deſtillation unterworfen (was im Großen am beſten in gußeiſernen Cylindern vor ſich gehen dürfte) am gleichförmigſten verkohlt, während er zugleich das wenigſt übelriechende brennbare Gas gewährt, das durch wiederholte Waſchung mit Kalkmilch ſich leichter geruchlos darſtellen läßt, als das des lufttrocknen unausgepreßten Torfs, das Merlin zufolge einer 18maligen Waſchung bedarf, um mit blendendweißer Flamme geruchlos zu verbrennen. — Paris wird jezt einem großen Theil nach durch brennendes Torfgas beleuchtet; wie bedeutend müßte ſich der Werth des gepreßten Torfes nicht erhöhen, wenn man ihn zur Gasbeleuchtung verwendete, wobei man dann die Torfkohle als Nebenerzeugniß erhielte, die, wenn ſie nicht zu reich an Erde iſt, da ſie faſt geruchlos verbrennt und der geröſteten Steinkohle an Hitzkraft ſich nähert, ja manche Steinkohlenarten daran beträchtlich übertrifft, an ſich ſchon ein in unſeren Zeiten höchſt ſchätzbares Erzeugniß darſtellt. (Wie man ihre Feſtigkeit erhöhen kann, darüber ſ. m. zur Polytechnologie unſerer Zeit a. a. O.) — Aber auch die dem friſchen Torfe durch Auspreſſen entzogene Humusſäure oder Torfſäure dürfte für die Folge ein beachtenswerther Handelsgegenſtand werden, entweder an ſich, d. h. nach vorangegangener Eindickung durch Abdunſten, oder zweckmäßiger in Verbindung mit Aeſcherig (Holzaſchenrückſtand, der verbleibt, nachdem die Aſche ausgelauget worden) oder auch nur mit Kalk. Denn da dieſe torfſauren Salze nicht nur den durch Streurechen an der Bodennahrung verarmten Waldungen, ſondern auch jedem Wieſen-, Acker- und Gartengrund, und Falls jene Salze Kalk zur Hauptgrundlage beſitzen, jedem ſchweren und feuchten Boden im hohen Grade erſprießlich zu werden vermögen, und da namentlich für Nadelholzboden ſchon kleine Mengen von Turfaten (torfſauren Salzen) in dieſer Hinſicht viel leiſten (denn wenn das Streurechen unterblieben war, ſo düngen die Nadeln ꝛc. auch nur, in ſo weit ſie verweſende Torfſäure und deren Salze entſtehen machen, und der Betrag der auf dieſem Wege entſtandenen Verbindungen dieſer Art iſt, im Verhältniß zur Bodenfläche ſehr geringe), ſo iſt klar, daß Gegenden, wie z. B. das Donau-Moos (oder Donau-Moor) und dieſem ähnliche, durch Darſtellung von jenen Torfſäure-Salzen im Großen und Verſendung derſelben, zumal in Sandbodenländer und (des Kalkturfat oder torfſauren Kalks) in Letten-, Kleien ꝛc. Boden-reiche Bezirke, erklecklichen Gewinn machen können, Falls Kanäle oder Eiſenbahnen die Sendungskoſten hinreichend beträchtlich mäßigen. — Hier noch einige Beiſpiele zum Theil im Großen betriebener Torf-Preſſungen; Orgeſſon in Helſingfors preßte, mit einer von ihm erfundenen Vorrichtung, binnen 20 Minuten 4000 Pfund friſchen Torfes bis zu trockenen feſten Maſſen aus; in Hannover wurde ſchwarzer und brauner Torf, mittelſt einer Waſſerpreſſe, deren Druck auf einen Geviertzoll 1000 Pfund gleichkam, innerhalb mehrerer Stunden,

d. h. minder beweglich, und ähnlich ergeht es der zweiten ſenkrechten Waſſerſchicht (jedoch im ſchwächern Grade) in Beziehung auf die dritte Schicht, und ſo fort, bis endlich in der Mitte des Canals dieſer Rückzug zu den Wänden hin am ſchwächſten ausfällt; weshalb denn auch in der Mitte des Canals, alles Uebrige gleichgeſezt, der Widerſtand des Waſſers am kleinſten iſt. Welchem Geſetze aber der Widerſtand des Waſſers, ohne dieſen Zuſatz, unterworfen erſcheint? beſagt der nächſtfolgende Paragraph.

§. 10.

Bewegen ſich von ſenkrechten Ebenen begrenzte feſte Körper, ſchwimmend auf unbeſchränkten, ruhigen, tropfbaren Flüſſigkeiten und in dieſelben mehr oder weniger tief tauchend, in wagrechter Richtung, z. B. auf großen ruhigen Landſeen, oder auf windſtillem Ocean, ſo ſteht der Widerſtand, den die unbeſchränkte, ruhende, tropfbare Flüſſigkeit ſolchen Körpern entgegenſezt, alles Uebrige gleich geſezt, im geraden Verhältniß der von ihr berührten Körper-Ebene (oben §. 9. S. 30 ff.); d. h. es verhält ſich, bei einerlei Geſchwindigkeit, der Widerſtand gegen die ſenkrechte Ebene, wie die Größe ihrer Fläche, oder wie ihr Quadrat-Gehalt.

1) Waring glaubte gefunden zu haben, daß die Wirkung des fließenden oder ſtrömenden Waſſers auf ein in demſelben bewegtes Rad, ſich nicht verhalte: wie die zweite Potenz oder das Quadrat der relativen Geſchwindigkeit (d. i. wie die verhältliche Geſchwindigkeit multiplicirt mit ſich ſelber, oben S. 38), ſondern lediglich wie die erſte Potenz; wo dann die größte Wirkung eintreten würde, wenn die Geſchwindigkeit des Rades genau halb ſo groß wäre, als die des fließenden Waſſers, oder Stromes; Gerſtner fand dieſe Beſtimmung jedoch nicht zuläſſig.

2) Zum nicht unbedeutenden Hinderniſſe in der Fortbewegung wird allen im Tropfbaren ſchwimmenden Körpern: die Adhäſion oder Haftziehung des Tropfbaren zu dem Körper; dagegen iſt die Vermehrung des Widerſtandes der Flüſſigkeit: in Folge ihrer Elaſticität, die bei den Gaſen, nach Maßgabe der Größe ihrer ſpecif. Elaſticität oder Eigen-Federhärte, nichts weniger als unbeträchtlich. Aber abgeſehen von dieſen Hinderniſſen iſt der Widerſtand im tropfbaren Mittel (oben S. 28) gleich: der entgegneten Größe der Oberfläche der Berührungsfläche und dem Quadrate der Ge-

erfordert a) ein bedeutender und anhaltender Druck; b) Vorkehrungen gegen das Anhängen der Torfmaſſe an die Form und gegen das Durchquetſchen derſelben durch die Waſſerlöcher, ſo wie c) gegen das Verquellen der den Torf berührenden Theile der Preſſe (dieſe Vorkehrungen werden unnöthig, wenn man den Torf zuvor mittelſt Beſtrömung von heißer Luft trocknet, zumal wenn man den geſtochenen Torf ſofort zu möglichſt dünnen Scheiben verflächt hatte, und wenn man ſich gußeiſerner Bramah'ſcher Preſſen bedient); d) ein Preßverfahren, das von der Feſtigkeit des Erdbodens möglichſt wenig abhängig iſt (auch dieſe Bedingung dürfte die erwähnte Preſſe erfüllen, insbeſondere, wenn man den eigentlichen Preßraum möglichſt verflächt, und mithin der Preſſe ſelbſt eine große Grundfläche ertheilte); e) die Möglichkeit, die Preſſe leicht von einem Orte zum andern zu bringen (wozu vielleicht nicht zu ſchmales Geleiſe fordernde Rollen am beſten ſich eignen); f) möglichſt wohlfeiles und ſchnelles Arbeiten der Preſſe (auch dieſes gewährt die mehrgedachte Waſſerpreſſe; denn, wiewohl ihre Anſchaffung theuer zu ſtehen kommt, ſo fordert ſie auch dagegen weniger Menſchenkraft, als irgend eine andere; will man aber keine Waſſerpreſſe anwenden, ſo dürfte die Kniepreſſe am wohlfeilſten herzuſtellen, zu erhalten und zu benutzen ſein); und endlich g) Austrocknung des gepreßten Torfes an ſonnigen, gegen Regen ꝛc. geſchützten (bedeckten), von Winden durchſtrichenen Orten (Trocknung mit heißer Luft dürfte dieſe Bedingung unnöthig machen). Die Vortheile, die v. Reden der Torfpreſſung zugeſteht, ſind beträchtliche Erleichterung des Transportes, Erlangung eines beſſeren Brennmaterials, bedeutend verminderter Zeitaufwand beim Trocknen, und, füge ich hinzu: beträchtlicher Gewinn durch Benutzung der Torfabfälle, und auch, wenn man den Torf nicht trocknet vor dem Preſſen, nicht minder beträchtlicher an künſtlichem Dünger, beſonders auch für Dünen und ähnliche Strandgegenden, ſofern Torfmoore in deren Nähe lagern und es an Kalk und auch an Letten, Thon, Lehm ꝛc. (zur Feſtigung des Bodens) nicht fehlet. Zwiſchen Flechtwerk gepreßt, läßt ſich faſt jeder Torf, mittelſt der Bramah-ſchen Preſſe trocknen, d. h. mehr als lufttrocken, nämlich nahe Waſſerfrei, darſtellen. Eine Probe alſo gepreßten Torfes hat, öffentlichen Nachrichten zufolge, Prof. Plieninger aus Stuttgart, im Sptbr. 1838, in einer der Sitzungen der landwirthſchaftlichen Abtheilung der Geſellſchaft der deutſchen Naturforſcher und Aerzte zu Freiburg im Breisgau vorgezeigt. — Am Februar laufenden Jahres (1838) war folgender Brief, den ich an einen Freund über die Benutzung des Torfes geſchrieben, veröffentlicht worden und ſo in die meiſten deutſchen Zeitungen übergegangen*):

---

*) Ein mir ſehr wohl bekannter Zeitungsſchreiber fand ſich veranlaßt, in einem ſeiner Blätter dieſen Vorſchlag zu verdächtigen, indem er wahrheitswidrig mir Schuld gab: ich hätte vorgeſchlagen, der in obigem Briefe gedachten Holznoth lediglich da-

„Ich weiß wohl," ſchrieb K. hierüber vor einigen Jahren einem Freunde, „daß der Torf durch das Auspreſſen an Brennſtoff etwas einbüßt; denn die ausgepreßte wäſſerige Humusſäure (Dungſäure) iſt nicht nur ſehr verbrennlich, ſondern entwickelt auch, verbrennend, beträchtliche Hitze, aber dieſer Brennſtoffverluſt, den der Torf durch's Auspreſſen erleidet, deckt ſich vollkommen durch die bei Unkundigen Staunen erregende, ungeheure Verdichtung der übrigen Torf-Subſtanz; und dann, ſo war mir urſprünglich gerade der Gewinn on Humusſäure Hauptſache bei meinen Verſuchen, wie bei denen darauf geſtüzten Vorſchlägen, weil es nicht nur auf Aeckern, Wieſen und Feldern, ſondern auch in Gärten, Baumſchulen und Wäldern, von Jahr zu Jahr mehr und mehr an Dünger gebricht. Die dürren Jahre, die wir bis zum Jahr 1837 durchlebt, zwangen den Landmann, wegen mangelnden Futters Zuchtkälber, Zugochſen und ſelbſt jene Kühe zu ſchlachten oder dem Metzger zu verkaufen, welche ihm die Kälber geworfen; da wurde dann nicht nur bald darauf das Fleiſch ſehr theuer, ſondern, was ſchlimmer war wie dieſe Theurung, *Noth um Dünger* riß ein. Dieſe Noth, ſie war es, die mich beſtimmte, darauf zu ſinnen, wie ihr ſicher, wohlfeil nnd nachhaltig zu ſteuern ſei, und ſie ließ mich in der *Preſſung* des *Torfes* das Mittel finden, nicht nur dieſer Noth, ſondern auch jener um *Brennholz*, das ſchon vor 11 Jahren anfing ungewöhnlich im Preiſe zu ſteigen, hülfskräftig zu begegnen. Da es an Dünger fehlte, wurden die Wälder ihres natürlichen Düngers mehr nnd mehr beraubt, und das Streu-Rechen nahm überhand. Daß man aber, mittelſt der dem Torfe durch Preſſung entzogenen und zum Verkaufe durch Abdunſten eingeengten Humusſäure auch jene humusſauren Salze, namentlich humusſauren Kalk, aller Orten,

---

durch zu ſteuern, daß man alle Waldungen mit *Torfſaft!* (ſo nennt Herr R., eben ſo neu als hochgelehrt, die dem Torfe entpreßte Flüſſigkeit) dünge. Ich hatte aber, wie der Brief ergibt, ſowohl in dieſem Briefe, als auch in früheren Aufſätzen, zur Linderung der Noth um Brennholz, angerathen: die Benutzung des *ausgepreßten*, d. h. durch Preſſen verdichteten und ſo leicht verſendbar gemachten *Torfes ſelbſt*; dann zur Verbeſſerung nicht aller, ſondern nur der durch Streurechen nahrungsarm gewordenen Waldungen: die durchs Preſſen des Torfes abfallende *wäſſerige Torfſäure* ꝛc., was bei der ungeheuern Maſſe von Torf, die z. B. nur in Deutſchland lagert, ſehr wohl möglich iſt. Berühmte Staatswirthe haben mir ihre Freude über dieſe meine Vorſchläge mündlich und brieflich ausgedrückt; jener Herr aber, dem ich, beiläufig ſei's bemerkt, früherhin Gefälligkeiten zu erweiſen Gelegenheit hatte, glaubte, vielleicht: weil er in dieſem Verhältniſſe zu mir ſteht, jene Vorſchläge verdächtigen zu müſſen. Doch exitus acta probat! — Verkohlt man übrigens den *Torf* in gußeiſernen Cylinder-Retorten, und will man das hiebei entwickelte brennbare Gas nicht zum Beleuchten verwenden, ſo wird man es auch ſehr wohl als Feuerungsmittel, z. B. zum Ziegel- und Backſtein-Brennen benutzen können. Vor etwa 22 Jahren brannte man (vergl. m. Gewerbsfr. III. 142) bei *Kloſter Neuburg*: *Ziegel* mittelſt des Hydrocarbongaſes des in Retorten verkohlten Holzes, und während man ſonſt, um 60,000 Ziegel zu brennen, 60 Klafter Holz und 5—6 Tage Zeit nöthig hatte, wurden damals eben ſoviel Ziegel mittelſt des Holzgaſes in 6 Stunden gebrannt.

reichten, wagrecht lagert. Läßt man nun auf die Gegend des Gelenkes, oder in einer dieſer Gegend entſprechenden Richtung, von Außen her Druck- oder von Innen her Zug-Kräfte wirken, oder läßt man der lezteren Wirkung von Auſſen dadurch eintreten, doß man Seile um die dem Gelenke zugewendeten Stangen-Enden nahe dem Gelenke ſchlingt, und zieht man dieſe Seile nun von innerer oder Winkel-Seite her mehr oder weniger ſtark an, ſo wird man, indem man dadurch den Stumpfwinkel weitet (die Stumpfheit deſſelben vermehret), entſprechend dieſer Winkelweitung und durch dieſelbe meßbar: den zuſammendrückungsfähigen Körper (z. B. den Torf hinter der: von der zweiten Stange zu berührenden Platte) zuſammendrücken, und — Falls er zu jenen Körpern gehörte, welche, in Folge des vermehrten Druckes ihren Theilchen nach ſich mehr und mehr nähernd, durch ſolche Näherung an gegenſeitiger Anziehung beträchtlicher als an Ausdehnſamkeit oder Federhärte gewinnen, und daher, nach Beſeitigung oder Wegnahme der Druckgewalt (wie ſolches z. B. bei den geprägten Münzen der Fall iſt) in der durch die Preſſung bewirkten neuen Theilchen-Lage beharren — deſſen Dichte und Feſtigkeit, der Größe des Zuſammendruckes gleichkommend, vergrößern und verſtärken.

5) Bei den meiſten Materien, ſelbſt bei den meiſten Lüften (vielleicht und nicht unwahrſcheinlich bei allen; vergl. oben S. 160 ff.) wächſt die phyſiſche Anziehung der Theilchen durch den Zuſammendruck jener Materien, welchen die Theilchen angehören (oder welche durch die Theilchen beſtehen) in einem weit größeren Verhältniß als die Ausdehnſamkeit oder Elaſticität ſolcher Materien zunimmt. Einen beachtenswerthen Unterſchied zeigen aber in dieſer Hinſicht die luftigen Flüſſigkeiten und alle übrigen dampfigen und ſtarren Stoffe; werden nemlich jene in Folge des Zuſammendruckes tropfbar, ſo haben ſie damit nicht ihre Ausdehnſamkeit verloren, ſondern ſie iſt ihnen durch die, mittelſt der durch den Zuſammendruck entwickelten Cohäſion nur ſo lange unterdrückt, als dieſer Zuſammendruck ſelber dauert; hebt man ihn auf, ſo ſchwindet damit auch die Tropfbarkeit erzeugende Cohäſion, und die vorige Expanſion tritt wieder an deren Stelle, wobei die Entwärmung der Gefäße eben ſo groß ſich zeigt, als zuvor, bei dem zur Tropfbarkeit führenden Zuſammendruck, die Anwärmung derſelben; oben S. 434 u. 538 f. Werden dagegen Dämpfe zuſammengepreßt, bis ſie (ebenfalls unter Anwärmung ihrer Umgebungen) tropfbar geworden, ſo werden ſie, wenn man nun ſolchen ungewöhnlichen Druck aufhebt und den gewöhnlichen der atmoſphäriſchen Luft wieder eintreten läßt, falls man die ſie einſchließenden Gefäße gehörig entwärmt hatte, nur in ſo fern wiederum zu Dampf, als ſie von Auſſen her angewärmt wurden, bleiben außerdem aber tropfbarflüſſig und gehen nicht lebhafter in Verdampfung über, als ſie auch übergegan-

bringen. Akazien (Robinien) und ſtaudige Maulbeeren (Morus multicaulis) würden, durch geeignetes Torf-Dungſalz genährt, in wenigen Jahren Waldungen und Gebüſche gewähren, ſchattig genug, um die verſiegten Quellen wieder zu verlebendigen, und während erſtere nach und nach Nutzholz und junge Blätter: benutzbar zu ſchmackhaftem Gemüſe, ſowie Saamen-geeignet den Kaffee zu vertreten, lieferten, und Quellen zeugend, eigentlichen Waldbäumen den Boden vorbereiteten, würden die Blätter der lezteren in den Stand ſetzen, die Seidenzucht im ungewöhnlich großen Maße zu begünſtigen. Aber nicht nur der Torf, ſondern auch die Braunkohle, zumal die holzartige, oder das bituminöſe Holz, an der es in keinem der genannten Länder fehlt, beut Brennſtoff, häufig genug, um im verkohlten Zuſtande (d. h. nachdem das bituminöſe Holz der trocknen Deſtillation unterworfen worden) ohne Entwickelung widrig riechender Dämpfe: Oefen, Küchen- und Dampfkeſſel-Feuerheerde hinreichend zu heitzen, und auch bei dieſer Verkohlung fällt noch Manches ab, was, ſei es als Leuchtgas oder als flüchtige Säure oder als Brenzöl, ſich mit Nutzen mannigfach verwenden läßt." Vergl. oben S. 383, 484 ff.

32) Woher aber den Brennſtoff nehmen für ſo viele Dampfmaſchinen? Nach einem mäßigen Ueberſchlage reichen Großbrittaniens Steinkohlen, wenn die Zunahme der Dampfmaſchinen ſich auch im doppelt ſo großen Verhältniſſe ſteigert, als ſolches in den lezten 10 Jahren der Fall war, mindeſtens noch auf 300 bis 400 Jahre hin, und auch Deutſchlands und Belgiens Steinkohlenlager ſind noch ſehr reich an ſolchem vorzeitigen oder vorweltlichem Torf *), und gewiß ſind hier und ebenſo in Scandinavien, europäiſch Rußland, Moldau und Wallachei, Griechenland, Dalmatien und Croatien, Siebenbürgen und Ungarn, Galizien und Lodomirien, ſo wie in einigen Theilen des übrigen Polen, in Böhmen und Mähren, Italien und Frankreich der unaufgeſchloſſenen Stein- und Braunkohlen-Lager, ſowie jener des bituminöſen Holzes noch ſehr viele, nicht zu gedenken des Steinkohlen-Reichthums, den Spanien und Portugal, und vor allen Ländern, den Amerika birgt; und nicht weniger reich zu nennen ſind alle dieſe Lande an jeztzeitigem Torf, der, wenn er einer allmäligen Preſſung und darauf erfolgten Trocknung unterworfen und ſo von ſeinem Waſſer (nebſt Humus- oder Dungſäure, die man, da ſie im Torf als ſchon fertig gebildet und in der größten Menge vorkommt, abſtammungsrichtiger Torfſäure, ſo wie deren Salze Turfate zu nennen ſein möchten) befreiet worden, in ſolchem Maße verdichtet und mithin in ſeinem Umfange vermindert erſcheint, daß er nun in beträchtlichen

*) Dafür halte ich die Steinkohlen; m. Hdb. d. Meteorolog. I, 277 ff. und oben Seite 361 ff.

einem mehr oder minder beträchtlichem Antheile nach zur ſtarren Zuſtandsform zurückgebracht: jene Antheile der urſprünglichen Partikel-Gegenflächen, zur Berührung brachte, welche zuvor einander nicht ſo nahe waren, daß ſie die der größten Nähe zukommende gegenſeitige Anziehungsſtärke zu entwickeln vermochten. Zum Beiſpiel Blei, das durch Preſſung von ſeiner gewöhnlichen, die des Waſſers gleich 1 geſezt 11,389 betragenden Dichte bis zu 11,41 zuſammengepreßt und verdichtet worden iſt, hat dadurch, während der Preſſung ſo viel Wärme entwickelt, als nöthig war: jenen Bleidampf-Antheil zu bilden, der vor der Preſſung zwiſchen den Bleipartikelchen gelagert, es nicht nur einen größeren Raum einnehmen und dieſem entſprechend weniger dicht erſcheinen ließ, als es nach der Preſſung beharrlich ſich zeigte, ſondern es hat nun auch an Federhärte und damit an Klang verloren *), dagegen aber an Wärme-Leitung und Politurfähigkeit gewonnen (weil jeder Stoff in Dampfform die Wärme ſchlechter leitet, als im ſtarren Zuſtande, und weil dichtere Oberflächen das Licht gleichförmiger ſpiegeln als minder dichte); vergl. oben S. 159—163. Vermag man die durch Zuſammenpreſſung entſprungene Wärme zu meſſen, ſo wird man, wenn man weiß: wie viel Wärme zur Bildung von Dampf niederer Temperatur und Spannuug erforderlich iſt, auch aus der gemeſſenen Preſſungs-Wärme auf die Menge des Stoffes ſchließen können, der durch das Preſſen zu feſter Materie (z. B. des Bleidampfes, der durch Zuſammenpreſſung von Blei, zu ſtarrem Blei) eingeengt worden. Wo auf ſolchem oder verwandtem Wege die Partikelchen mit ihren Gegenflächen, zur allpunktigen Berührung gelangen, da geht das Kryſtalliniſche in das eigentlich Dichte, Blätterdurchgang-Freie über, und Aehnliches zeigt, unter gleichen Umſtänden, auch das Glaſiggefloſſene und Glaſigaufgequollene: wenn es, während es erhizt worden, der Preſſung unterworfen wurde. Wo hingegen jedes Partikelchen von Dampf, das Ganze aber an ſeinen Außenflächen von verdichteter Luft und Dampf umgeben iſt, da erreicht das Starre die höchſte Weiche oder Weichheit und damit die größtmögliche Hämmerbarkeit und Dehnbarkeit durch den Hammer. Im Golde und überhaupt in den ſehr weichen Metallen iſt ſehr wahrſcheinlich

*) Reinſtes Blei, in Geſtalt eines Kugelausſchnittes (Kugelſegments) auf einen Stift geſtellt, entwickelt hellen Klang, wenn man daran ſchlägt; hingegen nur dumpfen, wenn es zuvor durch Preſſen verdichtet worden. — In Beziehung des weiter unten vorkommende Bloslegen der Kryſtallgerippe, durch ſchwach angreifende Löſungs- und Auflöſungsmittel, gedenkt Wenzel, dem wir auch vorſtehende Bemerkung über den Klang des Blei's verdanken, an dem weiter unten erwähnten Ort S. 8 — auch der Nichtangreifbarkeit des Blei's durch ſtarke Azotſäure; vergleiche hiermit oben S. 405.

eine Innenbeſchaffenheit der Art vorwaltend. Die Partikelchen hän-gen in dieſem Falle unmittelbar gar nicht zuſammen, ſondern die gegenſeitige Anziehung derſelben wirkt in eine der zwiſchen lie-genden Dampfſchicht entſprechenden, an ſich nur erſchließbaren aber nicht meßbaren Ferne, ähnlich jener, welche zwiſchen einem Magnete und dem von demſelben angezogenen Eiſen ſtatt hat, der auch, wie gegenſeitig die Theilchen der weichen Metalle, an dem Eiſen nach allen Richtungen herum gedrehet und gebogen werden kann, ohne die mit demſelben geſchloſſene Anziehungsverbindung aufzugeben. Dieſe Luft- und Dampf-Hülle enthält auch nicht minder wahrſchein-lich den Grund, warum ein unter einem ſchiefen Winkel auf eine ſpiegelnde Fläche fallender Lichtſtral, dieſe nicht wirklich berührt, ſondern vor der Berührung an ihr gekrümmt wird (m. Experi-mentalphyſik, 2. Aufl. II. S. 423—424) und aus welchem Grunde die geſpiegelten Stralen mit der Farbe des Spiegels, z. B. die vom Gold-belegtem Spiegel Goldfarben zurückkehren, Gold in der Luft analgamirt wird ꝛc.; a. a. O. und oben S. 160 u. 197. Sehr lehrreich hinſichtlich der Erforſchung der Structur-Ver-hältniſſe kryſtalliniſcher Körper (oben S. 162) ſind jene Verſuche Wenzels, welche, in Vergeſſenheit gerathen, erſt wieder beachtet wurden, da ſie durch Daniell (oben S. 182 ff. u. 191) in veränder-ter Form erneuert worden waren, oder vielmehr: da der neuere Phy-ſiker Daniell durch ähnliche neue Verſuche auf daſſelbe aufmerkſam gemacht hatte, was gegen 35—36 Jahr zuvor ſchon durch Wenzel aufgefunden worden; über Daniell's hieher gehörige Verſuche mit kryſtalliniſchem Alaun, der in faſt geſättigter Alaunlöſung die-jenigen ſeiner Kryſtalltheile verlor, welche am wenigſten ſtark an-gezogen waren und die, ſich ablöſend, den Alaunkryſtall als Kry-ſtall-Gerippe zurückließen, ſo wie über ähnliche mit kryſtalliniſchem Zucker angeſtellte, vergl. m. Grundzüge I. 77. Wenzel's Verſuche finden ſich in deſſen Lehre von der Verwandtſchaft der Körper (Dresden 1782. 8.) S. 12 erwähnt, wie folgt: Wenn man ein Stück blank gefeiltes Eiſen in einen ſehr verdünnten Salzgeiſt (d. i. in ſehr gewäſſerte Salzſäure oder Hydrochlorſäure), das reinſte Gold in ein ſchwaches Goldſcheidewaſſer (ſog. Salpeterſalzſäure oder Azotichtſäure und Chlorichtſäure-haltiges Chlorhydrat oder wäſſrige Chlorlöſung), Wismuth in verdünnten Salpetergeiſt (verdünnte Salpeterſäure oder gewäſſerte Azotſäure) legt, und etliche Wochen ruhig ſtehen läßt, ſo wird man auf der Oberfläche des zurückgeblie-benen Eiſens, nachdem es in reinem Waſſer abgeſpület iſt, lauter parallellaufende Fäden auch mit bloſen Augen gewahr werden, und das ganze Stück Eiſen hat faſt das Anſehen mineraliſirten Holzes. Nimmt man hingegen reines Gußeiſen, ſo ſieht man mit Hülfe eines guten Vergrößerungsglaſes, ſtatt der parallelen, lauter kurze, unter gewiſſen Winkeln zuſammengeſezte Fäden. Das Gold ſcheint

aus überaus zarten Blättchen zu beſtehen *) und an dem Wißmuth kann man lauter aufeinander liegende Lagen mit bloßen Augen erkennen, die faſt mit einem quer durchgebrochenen Fraunglaſe (d. i. mit blättrigem Gyps oder natürlichem Kalkſulphat) die größte Aehnlichkeit haben. Von allen dieſen aber wird man nichts wahrnehmen, wenn die Auflöſungsmittel zu heftig auf die Metalle wirken, und die Lage ihrer Theilchen auf der Oberfläche in Unordnung bringen."

6) Gleichwie beim Krümmen des Lichtſtrals, vor der Spiegelfläche, es hauptſächlich der Dampf der Spiegelſubſtanz iſt, dem ſolche Krümmung zuzuſchreiben ſteht, ſo iſt es wahrſcheinlich auch der Dampf feſter Materien, welche die gänzliche Annäherung zweier Flächen verhindert; indeſſen ſind jene Beobachter, welche die hieher gehörigen Phänomen zu durchforſchen verſuchten, einer von dieſer Vermuthung durchaus abweichenden Meinung. Newton zeigte, in der 31. ſeiner der Optice angehängten Fragen **), 1) daß, wenn man eine erhaben gekrümmte Glaslinſe auf eine ebene Glastafel lege, erſtere um $^1/_{137}$ eines engliſchen Zolles von lezterer entfernt bleibe; 2) daß ein ſehr ſtarker Druck erfordert werde, um dieſe Entfernung bis zu $^1/_{1000}$ (=0,001) Zoll zu vermindern und 3) daß keine irgend anwendbare Kraft vermögend ſei, zwiſchen beiden Flächen eine wirkliche, durchaus vollendete oder mathematiſche, Berührung zu Stande zu bringen. (Die Frage: wie ſich beide Flächen im ſogenannten luftleeren Raume verhalten haben würden? blieb unbeantwortet). Boscowich ***) fügte dieſem Verſuche Newtons

---

*) Das Eiſen gehört zu jenen Metallen, die ſich leichter zu ſehr dünnen Draht ziehen, als in ſehr dünne Blätter unter dem Hammer dehnen laſſen; beim Golde, Zinne, Blei ꝛc. verhält ſich's umgekehrt.

**) Vergl. Optiks, by Sir Isaac Newton Lond. 1701. 4. und Optice, sive de reflectionibus, refractionibus, inflexionibus et coloribus lucis libri III. auct. Is. Newtono lat. redd. Sam. Clarke. Lond. 1706. 4. Vergl. auch meine Einleitung in die neuere Chemie S. 507 — 509. In mathematiſcher Hinſicht ſind übrigens zwiſchen einer ebenen und einer erhaben gekrümmten Fläche Berührungen nur möglich, wie zwiſchen einer geraden und einer krummen Linie, oder wie zwiſchen zwei krummen, mit ihren Auſſen-Krümmungen gegen einander gerichteten Linien, nämlich, wie ſolches ſchon Euklides (in Elem. III.) erwieſen hat, in einem Punkte. Aber auch bei wirklichen (phyſiſchen) Gegenflächen der Art, wie ſie Newton in den Verſuch nahm, muß, wenn ſonſt die Flächen gehörig (die eine möglichſt eben, die andere möglichſt gleichmäßig linſenförmig) hergeſtellt worden, das Berührungspunkt (Punctum contactus) auch verſchwindend klein ausfallen, und, Falls an entgegengeſetzten Seiten deſſelben Lichtſtralen einfallen, wegen der dann an ihm eintretenden Beugung des Lichtes (m. Grundz. II 267) unwahrnehmbar werden, indem es ſich in einen der hiebei entſtehenden mittleren Schattenſtreifen verbirgt.

***) Vergl. R. J. Boscovich: Theoria Philosophiae naturalis. Viennae. 1758. — B. ſuchte in dieſer Schrift zunächſt zu beweiſen, daß die Atome (oben S. 6 ff. 84 ff. 325 ff.) nicht phyſiſche, ſondern mathematiſche (alſo nicht nur in der räumlichen Wirklichkeit, ſondern auch, der Denkbarkeit nach unausgedehnte, und daher auch untheilbare) Punkte ſeien, die, dieſer Unausgedehntheit ohngeachtet — auf einander zu wirken vermögen mit einer Kraft, welche ſich mit der Entfernung ſowohl ihrer

die Bemerkung bei: daß eine ruhende elfenbeinerne Kugel, welche von einer anderen (bereits bewegten) durch deren Anſtoß in Bewegung geſezt werden ſoll, ſich ſchon zu bewegen anfängt, während ſie von dieſer noch nicht getroffen worden. Ich habe beide Verſuche zum Oefteren, ſowohl für mich, als auch für Andere (bei meinen Vorträgen über Experimentalphyſik) wiederholt, und bin durch dieſe Wiederholungen in meiner oben geäußerten Vermuthung beſtärkt worden; allerdings kommt es, wie Boscowich aus ſeinem eigenen und Newton's Verſuch ſehr richtig gefolgert hatte, bei großer Nähe der Gegenflächen (auch jeder phyſiſche Punkt muß als eine Fläche betrachtet werden, und zwar als eine: von unmeßbar kleinem Umfange; mithin von noch weit kleinerem Durchmeſſer) zur Zurückdrängung oder Repulſion; aber nicht, weil, wie B. annimmt, bei großer Nähe die ſog. Anziehungskräfte in ſog Kräfte von entgegengeſezter Art, in Abſtoßungskräfte, übergehen, ſondern: weil mit der Zuſammenpreſſung des Dampfes und der dieſen begleitenden Luft (der Flächen) auch deren Ausdehnſamkeit wächſ't. Denn obgleich der Glas-Dampf, wie jeder Dampf, in Folge der Zuſammenpreſſung zum Theil in eine minder bewegliche Zuſtandsform (in die tropfbare oder in die ſtarre) zurückgeführt wird, ſo beſteht doch ein Antheil deſſelben fort, ſowohl in Folge jener Wärme, welche aus dem minder beweglich gewordenen

---

Größe als ihrer Art nach ändere, indem ſie in meßbaren Entfernungen anziehend wirke und zwar darin abnehmend im umgekehrten Verhältriß des Quadrats der Entfernungen (oben S. 270, 298), bei unmeßbar kleinen Abſtänden hingegen zurückſtoßend, und hierin mit der Verkürzung dieſer Abſtände oder Entfernungen in einem Maaße wachſend, daß ſolche zurückſtoßende Kraft unüberwindlich werde, unbedingt wirkliche Berührung der ſolche Kraft äuſſernden Gegenpunkte, mithin unmöglich ſei. Der Raum, der hiebei zwiſchen der letzten Anziehungs- und der erſten Abſtoßungs-Wirkung falle, alſo zwiſchen der noch meßbaren und der nicht mehr meßbaren Entfernung, ſei in eine unbeſtimmte Anzahl von Schichtchen getheilt, die abwechſelnd, anziehend und abſtoßend wirken. Geſezt er enthalte 10 dergleichen Schichten oder Zwiſchen-Abſtände, und es befänden ſich bewegliche Theilchen in irgend einer Entfernung zwiſchen der 10. und der 9. Schicht (d. h. in einem Abſtande, der größer als 9, aber kleiner als 10 iſt), ſo würden ſie einander abſtoßen, während ſie ſich zwiſchen 8 und 9, ſo wie zwiſchen 6 und 7 anzögen, u. ſ. w.; in den Abſtänden von geradeaus 10, oder 9, oder 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 und 1 hingegen würden ſie weder der Anziehung noch der Abſtoßung unterliegen. Wie es nun, folgert Boscowich weiter, zweierlei Anziehungen gibt, nämlich Anziehungen in meßbarer und in unmeßbrrer Ferne, ſo auch zweierlei Abſtoßungen, nämlich Abſtoßungen in meßbarer und in unmeßbarer Ferne, von denen die erſtere möglicher Weiſe ausgeübt werden könne von Körpern, welche von einander unendlich fernen, und mithin ſelbſt über Abſtände hinaus, in welchen alle Anziehungen verſchwindend klein geworden und gänzlich aufgehört haben. Vergl. auch meine hieher gehörigen Bemerkungen in m. „Einleitung in die neuere Chemie" S. 508, ſo wie zugleich die zugehörigen Bemerkungen des verewigten Churerz-Kanzlers von Dalberg (aus einem Briefe deſſelben an den Verfaſſer der Einleitung), ebendaſelbſt.

Dampf=Antheil (während derſelbe dieſe Zuſtands=Aenderung erleidet) entwickelt wird (oben S. 165), als auch gemäß der ihn verhältlich unverſchiebbar machenden Anziehung des feſten Theils der Flächen-ſubſtanz zu ſeiner Maſſe, und dann, weil Luft ihn begleitet, die gegen ihn ebenfalls anziehend wirkt (oben S. 420 ff.) und daher auch dazu dient ſeiner Verſchiebung und Wegſchiebung entgegen zu wirken. Dieſer nicht verdrängbare, luft=erfüllte Dampf=Antheil, er allein iſt zweifelsohne die Urſache der mit größerer Andrängung der Gegenflächen ſich ſteigernden und zulezt unüberwindlich großen Zurückſtoßung. Wie ſich aber bei ſolcher gewaltſamen Zuſammentreibung der Gegenflächen, dieſe Flächen verhalten, ſo höchſt wahrſcheinlich auch die Atome der ſtarren, wie der tropfbaren Materien; ſie ſind von Dampf umfloſſen, der bei den ſtarren Körpern in gewiſſen (polaren; ſ. oben S. 160 ff.) Richtungen eine dünnere (ſchmalere) Hülle gewährt, als in den übrigen, und daher jene Ungleichheit des Widerſtandes zur Folge hat, welche die ſtarren von den tropflichen Körpern unterſcheiden macht; (oben S. 159). Jene leeren Zwiſchenräume, welche die ältere Phyſik zur Erklärung der Biegſamkeit ſtarrer und der Tropfbarkeit in gleichartiger Zuſammenziehung begriffener flüſſiger Materien anzunehmen ſich genöthigt ſah, ſie ſind freilich nicht vorhanden, wohl aber, ſtatt derſelben, dampf=erfüllte Zwiſchenräume. Wenn aber die ältere Phyſik auch die gaſige Flüſſigkeit von, angeblich in allen Richtungen gegebenen, leeren Räumen ableitete, und die neuere Phyſik (oben S. 87—89 Anm.) hier, ſo wie auch bei den tropflichen und ſtarren Dingen, ſich Räume denkt: erfüllt mit urflüſſigem Wärmeſtoff (deſſen Flüſſigſein ſie unerklärt läßt), ſo weicht die, in dieſem Handbuche entwickelte Anſicht vom Weſen der Wärme (oben S. 325 Anm.), von beiden Vorausſetzungen von Grunde aus und durchgängig ab. Denn während dieſe unſere Anſicht den Unterſchied der ſtarren und der tropflichen Dinge lediglich darin findet, daß die in erſteren waltenden einſeitigen oder polaren Anziehungen, in Folge bewirkter Dampfvermehrung [alſo in Folge ſo ſehr vergrößerter Durchmeſſer der Molekel-Dampfhüllen — oben S. 84 ff. —, daß die polare Anziehung der Molekel nur in Fernen wirkt, in denen ihr Wirken bis zum Verſchwindend=Kleinen ſich vermindert hat] unwirkſam geworden, ſezt ſie zugleich voraus: daß in den Gaſen, auch die im Tropfbaren (durch deſſen Zuſammenziehung zum Tropfen oder deſſen Cohäſion) annoch wirkſame concentriſche Bewegung (d. i. Anziehungs=Beſtimmung; oben S. 7 ff.) der Molekel (S. 84) in jene excentriſche der Dampfhüllen übergegangen iſt (a. a. O. u. S. 7), wodurch dann alle Selbſteinengung und daraus entſpringende Selbſtbegränzung aufhört und gleich 0 wird.*)

*) Wo die concentriſche Bewegung der Molekel auch deren Hüllen ergreift, dort kommt es auch nicht nur zur Berührung der Gegenflächen, ſondern zugleich auch

7) Newton's, Boscowich's und Anderer Vorausſetzung: daß bei der Berührung zweier gegen einander bewegten Körperflächen, deren Anziehung in Abſtoßung übergehe, ſtüzte ſich nicht ſowohl auf jene phyſiſche Thatſachen, welcher in dieſer Hinſicht in der vorhergehenden Bemerkung gedacht wurde, ſondern auf eine der Größenlehre zugehörige Thatſache, und zwar auf die jenem Gebiete der höheren allgemeinen Rechnungsformen, welche durch Algebra (d. i. Lehre von der Auflöſung oder Werths-Beſtimmung unbekannter Größen durch Gleichungen) bezeichnet wird, entlehnte; daß die poſitiven oder bejahenden (zuſagenden oder affirmativen) Größen abnehmend zulezt verſchwinden, indem ſie in negative oder verneinende (verſagende oder privative) Größen übergehen. „Wie hier die Größen in entgegengeſezte Grundwerthe überſchlagen, ſo muß auch, folgerte man (jedoch nicht naturgemäß) in der Mechanik, dort, wo die Anziehung aufhört, ſtatt derſelben Abſtoßung eintreten.“ Vergl. Newton's Optice a. a. O. p. 320. — Daß jedoch dieſe Folgerung und Uebertragung der erwähnten mathematiſchen Thatſache auf den Boden der Phyſik nicht ſtatthaft iſt, wird klar, wenn man Folgendes erwägt. Wenn poſitive Größen durch 0 in negative übergehen, ſo geſchieht es, weil der ſubtrahirende Rechner fortfährt zu ſubtrahiren, während er, die Differenz mit irgend einer anderen Größe vergleichend, die Gleichheit beider in den Indifferenzpunkt ſezt, und ſie dann kleiner nennt. Eine Anwendung hievon auf die Anziehung, iſt aber unſtatthaft, weil jenes, was die Bewegung in entgegengeſezter Richtung hervorbringen ſollte, im Nullpunkte ſchon zu wirken aufgehört hat, oder, weil der Nullpunkt der Anziehungs-Wirkung nur dorthin fallen kann, wo: wegen der Unendlichkeit der Entfernung die Anziehung aufhören muß (vergl. oben Boscowich's Folgerung, Anmerk. S. 596); das hier angekommene Molekel kann mithin gar nicht mehr zur Wirkung beſtimmt werden, und muß daher in Ruhe verbleiben. Wollte man nun, die Richtigkeit dieſes Einwurfes und die Unmöglichkeit ihn zu beſeitigen zugeſtehend, annehmen, daß die Abnahme der Anziehung bis zu jenem Punkte, in welchem dieſe = 0 wird, dadurch erklärbar werde, daß (angeblich) die Größe der Molekel verſchieden, ihre Dichte hingegen durchgängig dieſelbe ſei, und daß ſie ſich im Verhältniß ihrer Maſſen (d. i. ihrer Gewichte) anziehen, ſo erwächſ't daraus dem Erklärer noch keine Abſtoßung, und eine andere auf

---

zur Vereinigung derſelben. Etwas der Art tritt ſehr wahrſcheinlich bei allen jenen chemiſchen Verbindungen ein, welche ich in meinen Grundzügen I. 777 durch den Ausdruck Gegnungs-Gemiſche bezeichnete, dieſelben von jenen Einungsgemiſchen unterſcheidend, in welchen nicht die gegenſeitigen Molekel, ſondern die gegenſeitigen Atome der gegenſeitigen Molekel in dieſelbe Art und Sphäre von concentriſchen Bewegungen gerathen ſind.

Dampf zeigte, bei 32° F. oder 0° C., eine Spannung von nicht weniger als 36 Atmoſphären. Dieſe und ähnliche hohe Spannungen der zu tropflichen Flüſſigkeiten verdichteten Gaſe, macht das Experimentiren mit denſelben ſehr gefährlich und legt dem Verſuchanſteller die Pflicht auf, ſich und die Umſtehenden, durch Bedeckung des Geſichts mit einer feſten Larve, der Augen mit einer ſtarken (dickglaſigen) Glasbrille, und der Hände mit ſtarken ledernen Handſchuhen, gegen das Eindringen von Glasſplittern — bei etwa erfolgenden Zerſchmetterungen der ſolche tropfliche Flüſſigkeiten einſchlieſſenden, hermetiſch verſiegelten Glasröhren — zu ſichern. Uebrigens habe ich ſelber noch nie eine dergleichen (knallende) Zerplatzung erlebt, ohngeachtet ich doch mit in zugeſchmolzenen Glasröhren befindlichen tropfbaren Chlor, Kyan (Kyanogen oder Blauſtoff), Ammon, ſo wie in dieſer Weiſe aufbewahrter Schweflichtſäure, Kohlenſäure ꝛc. ſeit Jahren mannigfach experimentirte; ſ. w. u. Buſſy's Rückführung der Schweflichtſäure zur Tropfform, mittelſt Kältung, dürfte für dieſe Säure, wie für die übrigen ähnlich verdichtbaren Gaſe, leichter von ſtatten gehen: wenn man das zu verdichtende Gas, ſtatt durch einfach geſtreckte, durch ſpiralförmig gewundene oder ſogenannte Schlangenröhren (gläſerne) ſtreichen ließ, und zwar ſowohl zur erſten Waſſer-Abſonderung, als auch zur lezten durch Calciumchlorid zu bewirkenden Entwäſſerung.

35) Hinſichtlich des Widerſtandes, den Dampfſchiffe nicht von der Luft, ſondern von dem Waſſer zu erleiden haben (vrgl. oben S. 539 Anm.) gilt, was in dieſer Hinſicht für alle Bewegungen feſter Körper gegen tropfbare naturgeſetzlich iſt; nur macht es einen mehr oder weniger beträchtlichen Unterſchied in dieſer Art von Gegenwirkung: ob das entgegenſtehende und von dem Schiffe und deſſen Schaufelrädern zu durchſchneidende Waſſer frei, z. B. zum Meere oder auch nur zu Landſeen, Elben, breiten Flüſſen gehörig, oder ob es von einander nicht ſehr fern ſtehenden Wänden, wie z. B. in Fahrgräben oder Canälen, begrenzt iſt; denn in lezterem Falle muß von Seiten des Schiffes auch jene Anziehung überwunden werden, welche ſolche Wände auf das Waſſer ausüben, und zwar zunächſt nur auf die ſie berührenden Waſſertheilchen, dann aber durch dieſe, von Punkt zu Punkt, auf alle übrigen nach der Canalmitte hin ſchwebenden; denn es wirkt dieſe Anziehung, wie jede Abhäſion, zwar nicht in meßbare Fernen, aber die von den Mauerflächen angezogene Waſſerfläche wird durch dieſe Anziehung für den Cohäſionszug der ihr nächſten ſenkrechten Waſſerſchicht mehr zurückgehalten,

---

von 20 zu 80 zuſammengeſezt ſein ſoll, ſcheinen ſich zu beſtätigen. Auffallend iſt, daß, während v. Sauſſure auf dem Gipfel des Montblanc noch gaſige Carbonſäure, in der dortigen Luft, vorfand, jene unglücklichen Naturforſcher, welche Lapeyrouſe begleiteten, in der Luft auf dem Pic von Teneriffa keine Spur von dieſer Säure zu entdecken vermochten.

d. h. minder beweglich, und ähnlich ergeht es der zweiten ſenkrechten Waſſerſchicht (jedoch im ſchwächern Grade) in Beziehung auf die dritte Schicht, und ſo fort, bis endlich in der Mitte des Canals dieſer Rückzug zu den Wänden hin am ſchwächſten ausfällt; weshalb denn auch in der Mitte des Canals, alles Uebrige gleichgeſezt, der Widerſtand des Waſſers am kleinſten iſt. Welchem Geſetze aber der Widerſtand des Waſſers, ohne dieſen Zuſatz, unterworfen erſcheint? beſagt der nächſtfolgende Paragraph.

§. 10.

Bewegen ſich von ſenkrechten Ebenen begrenzte feſte Körper, ſchwimmend auf unbeſchränkten, ruhigen, tropfbaren Flüſſigkeiten und in dieſelben mehr oder weniger tief tauchend, in wagrechter Richtung, z. B. auf großen ruhigen Landſeen, oder auf windſtillem Ocean, ſo ſteht der Widerſtand, den die unbeſchränkte, ruhende, tropfbare Flüſſigkeit ſolchen Körpern entgegenſezt, alles Uebrige gleich geſezt, im geraden Verhältniß der von ihr berührten Körper-Ebene (oben §. 9. S. 30 ff.); d. h. es verhält ſich, bei einerlei Geſchwindigkeit, der Widerſtand gegen die ſenkrechte Ebene, wie die Größe ihrer Fläche, oder wie ihr Quadrat-Gehalt.

1) Waring glaubte gefunden zu haben, daß die Wirkung des fließenden oder ſtrömenden Waſſers auf ein in demſelben bewegtes Rad, ſich nicht verhalte: wie die zweite Potenz oder das Quadrat der relativen Geſchwindigkeit (d. i. wie die verhältliche Geſchwindigkeit multiplicirt mit ſich ſelber, oben S. 38), ſondern lediglich wie die erſte Potenz; wo dann die größte Wirkung eintreten würde, wenn die Geſchwindigkeit des Rades genau halb ſo groß wäre, als die des fließenden Waſſers, oder Stromes; Gerſtner fand dieſe Beſtimmung jedoch nicht zuläſſig.

2) Zum nicht unbedeutenden Hinderniſſe in der Fortbewegung wird allen im Tropfbaren ſchwimmenden Körpern: die Adhäſion oder Haftziehung des Tropfbaren zu dem Körper; dagegen iſt die Vermehrung des Widerſtandes der Flüſſigkeit: in Folge ihrer Elaſticität, die bei den Gaſen, nach Maßgabe der Größe ihrer ſpecif. Elaſticität oder Eigen-Federhärte, nichts weniger als unbeträchtlich. Aber abgeſehen von dieſen Hinderniſſen iſt der Widerſtand im tropfbaren Mittel (oben S. 28) gleich: der entgegneten Größe der Oberfläche der Berührungsfläche und dem Quadrate der Ge-

leztere zur Wiſſenſchaft vom Größen-Geſetzlichen oder Urverhältlichen, oder zur Größen-Weisheit, nämlich zur reinen, weder auf ein anderes Wiſſen, noch auf ein Können angewendeten Mathematik. Während in der Wiſſens-Weisheit die „Begriffe" nur in den Urformen unſeres Vorſtellungs-Vermögens, und dadurch aber auch im denkbaren Urbilde des Gegenſtändlichen, oder, wie die Schule ſich ausdrückt: in der Idee (d. i. im Urdenklichen) ſich gründen — von der ſie daher nicht nur müſſen abgeleitet werden können, ſondern auf die man ſie auch, und zwar in gleicher Schärfe und Vollendung, muß zurückzuführen vermögen — werden „ſie" in der Größen-Weisheit, entſprechend den beiden urſprünglichen Formen unſerer ſinnlichen Wahrnehmungs-Verhältniſſe: dem Raume und der Zeit, in der Anſchauung erfaßt und erwieſen. Indem aber die Mathematik aus der Entwickelung und Verbindung (ſchulgemäß bezeichnet: aus der Conſtruction) der Größen-Begriffe als Wiſſenſchaft ſich dadurch geltend macht: daß ſie ſich dieſer Anſchauungs-Begriffe zum Beweiſe ihrer Sätze bedient, gibt ſie damit in der That zugleich den unumſtößlichen, in ſich gewiſſen Theil ihres Inhalts, und gewährt ſie mithin, mit dieſem ihrem „Verfahren" ſich ſelber zu geben, oder, wie die Schule ſagt: mit dieſer ihrer Methode, zugleich auch ihren Inhalt. Denn nur Größen-Verhältniſſe, nur Raum, Zeit und Bewegung geſtatten die Darſtellung des Urbildlich-Denkbaren (des Idealen) durch die Anſchauung des Wirklichen (oder Concreten), und führen ſo zu jener Unbedingtheit und Nothwendigkeit in der Erkenntniß, welche in unbezweifelbarer und daher unumſtößlicher, oder, mit den Schulweiſen geſprochen: apodictiſcher Gewißheit gründet.

c) Die Aufgabe der Naturforſcher, in Beziehung auf Größenlehre lautet: ſowohl die ſchon entdeckten, als auch alle noch zu entdeckenden Naturgeſetze (oben S. 3) mit unbezweifelbarer Beſtimmtheit, d. i. mit mathematiſcher Strenge zu erweiſen und zu beweiſen; eine Forderung, der nur dadurch Genüge geleiſtet zu werden vermag, daß man die Grundlehren der Mathematik und die Art, wie in ihr Beweiſe geführt werden, auf die Ergebniſſe der Naturforſchung aufs ſchärfſte und vollſtändigſte in Anwendung bringt, und ſo die Naturwiſſenſchaft ſelbſt in einen Zweig der angewandten Mathematik verwandelt; eine Wandelung, die um ſo eher möglich wird, wenn die Naturwiſſenſchaft, wie die reine Größen-Lehre, ſich nur auf ſolche Thatſachen ſtüzt, die kein mit geſunden Sinnen begabter Menſch in Abrede ſtellen kann, und die daher als an ſich einleuchtend, oder, mit der Schule geſprochen, als unmittelbar evident, ſich geltend machen für jeden geſunden, denkenden Kopf; und ſolche Thatſachen ſind das Vorhandenſein des Raumes, ſowie das Vorſichgehen der Bewegung und der daraus erwachſende Verlauf der Zeit; Thatſachen, die, ihren möglichen Verhältniſſen nach in

ihrer ganzen Reinheit und Beſtimmtheit aufgefaßt, die Mathematik in den Stand ſetzen: ihre Gegenſtände begriffsmäßig vollkommener zu entwickeln und zu ermeſſen, als die zugehörige ſinnlich wahrnehmbare Sache ſelbſt es iſt. Wie denn z. B. die mathemathiſchen **Figuren** es bedingen: die Beſtimmung der einem ſinnlich wahrnehmbaren Gegenſtande zum Grunde liegenden Raum-Verhältniſſe und Bewegungs-Möglichkeiten durchaus rein und frei von fremdartigen Zuſätzen, alſo nur ihren zum Verſtändniß unerläßlichen Weſentlichkeiten nach, aufzufaſſen und ſo — den Begriff ſolchen Gegenſtandes frei haltend von Allem, was demſelben nicht zugeſagt, oder was die Reinauffaſſung deſſelben hindert — befreiet von allem Zufälligen und Unnöthigen, dem denkend ermeſſenden Geiſte zur Anſchauung zu bringen; wie etwas der Art z. B. ſtillſchweigend vorausgeſezt und in Anwendung gebracht wurde, in denen S. 26 ff., 28, 35 Anm., 39 und 42, 46 Anm., 118 und ff. Anm., 233—250 Anm., 278 ff. Anm., 293 Anm., 471 Anm., mitgetheilten Erklärungen, Erläuterungen und Beiſpielen.

d) Jene **Sätze**, aus welchen die Größenlehre ihre wiſſenſchaftliche Haltung gewinnt, oder als Wiſſenſchaft ſich bildet, ſind theils **einfache Begriffe** oder **Grundbegriffe** (notiones primae) z. B. der Begriff der unausgedehnten Oertlichkeit, des **Punktes** (S. 26), deſſen Einfachheit jede Unterſcheidung eines Ungleichartigen in ihm unmöglich macht, und deſſen Bewegung (Orts-Aenderung) zur Bildung der ebenſo einfachen **Linien**, und durch dieſe zur Erzeugung des Begriffs der Fläche führt (S. 9 und 118 Anm.); ferner der Begriff der **Einheit** und der **Vielheit**, ꝛc.; theils **Erklärungen** (Definitionen, Definitiones), d. h. Beſtimmungen jener einfachen Merkmale, welche ſich in den **zuſammengeſezten** (als ſolche aus den einfachen entwickelten) **Begriffen** vorfinden; wie z. B. die Erklärung des **Dreiecks**, **Quadrats** und der übrigen beſonderen Figuren (a. a. O. und S. 293 Anm.); theils **Forderungs-Sätze** (Poſtulate, Postulata), das will ſagen: Anforderungen einen einfachen Größen-Gegenſtand hervor- oder zu Stande zu bringen; z. B. durch drei Punkte eine Ebene zu legen, durch zwei Punkte eine gerade Linie zu ziehen u. m. dergl.; theils **Aufgaben** (Probleme, Problemata), d. h. Forderungen: zuſammengeſezte Größen wiſſenſchaftlich zu entwickeln. Jede Aufgabe zerfällt in die **Anforderung** ſelbſt, die als ſolche ſchlechthin mit der Benennung „Aufgabe" belegt wird, und in den **Beweis** des genügend möglichen Vollzugs derſelben; z. B. die Herſtellung oder Conſtruction eines rechtwinkligen Dreiecks, und der Beweis ſeiner Rechtwinkligkeit. Ferner gehören zu jenen **Sätzen** α) die **Grundſätze** (Axiome, Axiomata) oder Erſchließungen deſſen, was aus der unmittelbaren Verbindung zweier einfachen Größengegenſtände für die Anſchauung und in derſelben geworden, das ſind mithin Beſtimmungen, welche

reichten, wagrecht lagert. Läßt man nun auf die Gegend des Gelenkes, oder in einer dieſer Gegend entſprechenden Richtung, von Außen her Druck- oder von Innen her Zug-Kräfte wirken, oder läßt man der lezteren Wirkung von Auſſen dadurch eintreten, daß man Seile um die dem Gelenke zugewendeten Stangen-Enden nahe dem Gelenke ſchlingt, und zieht man dieſe Seile nun von innerer oder Winkel-Seite her mehr oder weniger ſtark an, ſo wird man, indem man dadurch den Stumpfwinkel weitet (die Stumpfheit deſſelben vermehret), entſprechend dieſer Winkelweitung und durch dieſelbe meßbar: den zuſammendrückungsfähigen Körper (z. B. den Torf hinter der: von der zweiten Stange zu berührenden Platte) zuſammendrücken, und — Falls er zu jenen Körpern gehörte, welche, in Folge des vermehrten Druckes ihren Theilchen nach ſich mehr und mehr nähernd, durch ſolche Näherung an gegenſeitiger Anziehung beträchtlicher als an Ausdehnſamkeit oder Federhärte gewinnen, und daher, nach Beſeitigung oder Wegnahme der Druckgewalt (wie ſolches z. B. bei den geprägten Münzen der Fall iſt) in der durch die Preſſung bewirkten neuen Theilchen-Lage beharren — deſſen Dichte und Feſtigkeit, der Größe des Zuſammendruckes gleichkommend, vergrößern und verſtärken.

5) Bei den meiſten Materien, ſelbſt bei den meiſten Lüften (vielleicht und nicht unwahrſcheinlich bei allen; vergl. oben S. 160 ff.) wächſt die phyſiſche Anziehung der Theilchen durch den Zuſammendruck jener Materien, welchen die Theilchen angehören (oder welche durch die Theilchen beſtehen) in einem weit größeren Verhältniß als die Ausdehnſamkeit oder Elaſticität ſolcher Materien zunimmt. Einen beachtenswerthen Unterſchied zeigen aber in dieſer Hinſicht die luftigen Flüſſigkeiten und alle übrigen dampfigen und ſtarren Stoffe; werden nemlich jene in Folge des Zuſammendruckes tropfbar, ſo haben ſie damit nicht ihre Ausdehnſamkeit verloren, ſondern ſie iſt ihnen durch die, mittelſt der durch den Zuſammendruck entwickelten Cohäſion nur ſo lange unterdrückt, als dieſer Zuſammendruck ſelber dauert; hebt man ihn auf, ſo ſchwindet damit auch die Tropfbarkeit erzeugende Cohäſion, und die vorige Expanſion tritt wieder an deren Stelle, wobei die Entwärmung der Gefäße eben ſo groß ſich zeigt, als zuvor, bei dem zur Tropfbarkeit führenden Zuſammendruck, die Anwärmung derſelben; oben S. 434 u. 538 f. Werden dagegen Dämpfe zuſammengepreßt, bis ſie (ebenfalls unter Anwärmung ihrer Umgebungen) tropfbar geworden, ſo werden ſie, wenn man nun ſolchen ungewöhnlichen Druck aufhebt und den gewöhnlichen der atmoſphäriſchen Luft wieder eintreten läßt, falls man die ſie einſchließenden Gefäße gehörig entwärmt hatte, nur in ſo fern wiederum zu Dampf, als ſie von Auſſen her angewärmt wurden, bleiben außerdem aber tropfbarflüſſig und gehen nicht lebhafter in Verdampfung über, als ſie auch übergegan-

ſein würden, wenn ſie zuvor gar nicht durch Zuſammenpreſſung, ſondern nur durch Abkühlung tropfbar geworden wären. Denn jede *Luft*, die durch Zuſammenpreſſen tropfbar geworden, nimmt — wenn man auch das Gefäß derſelben, hinſichtlich der dieſem beim Luftverdichten zu Theil gewordenen Anwärmung, wieder gänzlich entwärmt hatte — ſo wie man dieſen Druck aufhebt (z. B. das Gefäß öffnet *)), ſogleich wieder die vorige Luftform an, ohne daß dabei ein Theil tropfbar zurückbliebe. Die *tropfbaren Flüſſigkeiten* ſelbſt verhalten ſich hingegen ähnlich den Lüften; denn zuſammengepreßt und hierauf von dem Preſſungs-Druck befreiet, dehnen ſie ſich ſofort wieder zu ihrer vormaligen Raumgröße aus. Die *ſtarren* Materien büßen dagegen durch die Zuſammenpreſſung in der Regel einen größeren oder geringeren Antheil ihrer vormaligen Federhärte *bleibend* ein; und beharren in der neugewonnenen Dichte; ohne Zweifel, weil der Grund ihrer vormaligen geringeren Dichte, der zwiſchen ihren Anhäufungstheilchen (Partikeln) gelagerte *Dampf ihrer eigenen Subſtanz* **)) durch den Zuſammendruck,

*) Verſuche der Art heiſchen große Vorſicht; die Hände des Experimentators müſſen durch ſtarke lederne Handſchuhe gegen das Eindringen von Glasſplittern geſchüzt werden, die, etwa in Folge einer durch zu ſtarke Anwärmung der gläſernen Behälter (ſolcher tropfbaren, zuvor gaſigen Stoffe) entſtandenen plötzlichen, übermäßigen und daher mit Verknallung begleiteten Zertrümmerung hervorgingen und dabei gewaltſam umhergeſchleudert wurden. Eben ſo muß eine aus feſtem Stoff gefertigte Larve (Geſichtsmaske) das Geſicht, und eine, mit ſtarken Spiegelgläſern verſehene, vor die Augenöffnungen gebundene Staubbrille die Augen ſchützen. Ich pflege übrigens, wenn ich bei meinen Vorträgen dazu komme die in zugeſchmolzenen ſtarken Glasröhren aufbewahrten, ſehr dichten Lüfte (z. B. *Carbonſäure*-, *Kyan*-, *Chlor*-, *Ammon*-, *Schweflichtſäure*-, *Azotoxyd*-*Gas* ꝛc.) durch *Anwärmen* theilweiſe in tropfbare Flüſſigkeiten zu verkehren (indem dann ein Theil des durch Anwärmung Ausdehnung erleidenden eingeſchloſſenen Gaſes, gegen einen andern Antheil deſſelben einen Druck ausübt, der hinreicht dieſen in eine ſichtbare tropfliche Flüſſigkeit zu verdichten) die Gasröhre *unter Waſſer* anzuwärmen, indem ich ſie in ein klares, farbloſes, ſtarkwandiges ſogenanntes Zuckerglas in kaltes Waſſer ſtelle und allmählig warmes Waſſer zugieße, und habe dann ſogleich den Vortheil, weil das cylindriſche Zuckerglas mit ſeinem Waſſer nach dem Geſetze der doppelterhaben gekrümmten linſenförmigen Gläſer oder ſogenannten *biconvexen Linſen* wirkt, die in der Röhre entſtehende tropfbare Flüſſigkeit vergrößert und daher mehr ſichtbar zeigen zu können.

**) Nicht atmoſphäriſche Luft, und noch vielweniger *leere Räume*, befindet ſich zwiſchen den Partikeln der ſtarren Körper, ſondern Dampf ihres eigenen Stoffes, oder der dieſem Stoffe beigegebenen leichter verdampfbaren Materien, z. B. in allen Kryſtallwaſſer enthaltenden Starren: Waſſerdampf, von einer der *niederen Temperatur* entſprechenden geringen Dichte (oben S. 190) und dieſer gemäßen *geringen* Spannung; oben S. 221 ff., 519, 326 ff., und ebenſo ſind auch die Tropfbaren ſtets mit mehr oder weniger Dampf ihres eigenen Stoffes erfüllt, und nur weil ſie dieſes ſind, und in dem Maaße wie ſie davon erfüllt erſcheinen, ſind ſie auch zuſammenpreſſungsfähig; oben S. 165 ff. Die *Reibungswärme* iſt, vielleicht dem größeren Theile nach *Wärme*, entſtanden durch Zuſammenpreſſung des von dem geriebenen Körper eingeſchloſſenen Dampfes ſeiner eigenen Subſtanz; oben S. 189, 327 ff.

ſich ſtatt derſelben der Buchſtaben, und mitunter iſt dieſes noch jezt der Fall. Am bekannteſten ſind in dieſer Hinſicht die, aus ſieben Buchſtaben des großen lateiniſchen Alphabets, gebildeten Römiſchen Ziffern; von denen die Eins oder der Einer, dem großen lateiniſchen I, die Fünf, oder der Fünfer, dem großen lat. V, die Zehn, oder der Zehner, dem großen lat. X, die Funfzig, oder der Funfziger, dem großen lat. L, die Hundert, oder der Hunderter, dem großen lat. C, die Fünfhundert, oder der Fünfhunderter, dem großen lat. D, und die Tauſend, oder der Tauſender, dem großen lat. M entſpricht. Der Grund dieſes den bemerkten großen lat. Buchſtaben beigelegten Zahlen- oder Rechen-Werthes, liegt darin, daß die meiſten dieſer Buchſtaben die Anfangsbuchſtaben der zugehörigen lateiniſchen Zahlen-Benennungen ſind, und die Römer haben hierin eine Bezeichnungs-Weiſe befolgt, welche auch in unſeren Zeiten von den Chemikern benuzt wurde, um die Namen der Grundſtoffe durch eben ſo einfache als beſtimmte Zeichen, in kürzeſter Form kenntlich zu machen *). So iſt z. B. M der Anfangsbuchſtabe von dem Tauſend bedeutenden Mille das M; dieſes ſchrieben aber die älteren Römer (I), daher ward D das Zeichen für Fünfhundert, weil I) das halbe Zeichen von (I). So iſt ferner das große C der Anfangsbuchſtabe von Centum, d. i. Hundert. Es ſchrieben oder malten aber die älteren Römer dieſen Buchſtaben nicht durch C ſondern durch ⊏, und von dieſem alten C iſt die räumliche Hälfte Γ, weshalb das L als Zahlzeichen die Bedeutung von Funfzig erhielt, da es gleichſam die Hälfte vom Hundertzeichen (von ⊏) darſtellt, wie auf gleiche Weiſe V die räumliche Hälfte von X iſt. Dieſe Zehn ſelbſt iſt jedoch nicht auf dieſem Wege entſtanden, ſondern nicht unwahrſcheinlich, gleich der durch das große I bezeichnete Eins, durch Finger-Stellung hervorgegangen; denn die Finger-Rechnung ſcheint die älteſte aller Rechnungs-Weiſen zu ſein, und ehe die Menſchen ſich zum Erfaſſen von viele Einheiten in ſich ſchließenden Zahlen erhoben, beſchränkten ſie ſich ohne Zweifel auf die erſten fünf oder zehn Zahlenzeichen, wozu ihnen die Finger die nächſte Veranlaſſung gaben; noch jezt gibt es Völkerſchaften, deren Rechnungs-Vermögen nur auf die erſten fünf bis zehn Zifferzeichen beſchränkt erſcheint. Die ſogenannten arabiſchen Ziffern, deren wir uns beim Rechnen bedienen, haben für dieſen Zweck die römiſchen Ziffern, nun faſt in allen Landen, gänzlich verdrängt. Ihren Urſprung pflegt man von einer Figur abzuleiten, welche dadurch entſteht, daß man ein Viereck (Quadrat) mit einem Kreiſe umſpannt, während man es innen, von Eck zum fernſten Gegeneck (über's Kreuz) durch Geren (Diagonallinien; oben S. 109 Anmerk.)

*) Vergl. oben S. 6, 56 Anm., 94 Anm., 320—322, und beſonders S. 495 ff.

theilt; indeſſen iſt dieſe Ableitung nichts weniger als ungeſucht und einfach. Man ſchrieb ſonſt ihre Erfindung gemeinhin den Arabern zu, allein ſchon Walliſius (Oper. Arith. c. 9 p. 48 Vol. I. Oper. Mathem.) zeigte, daß ſelbſt ein Araber, Namens Alſepadi, in einer von ihm verfaßten Handſchrift, die in der Bodlejaniſchen Bibliothek zu Oxford aufbewahrt wird, ſie den Indiern zueignet.*) Nach Europa kamen ſie übrigens durch die Saracenen, im zehnten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung, die ſie nach Spanien brachten, von wo aus ſie, durch Gerbert (der ſpäterhin im Jahr 999, unter dem Namen Sylweſter II. die päbſtliche Würde erlangte) zunächſt nach Frankreich gelangten. Vergl. auch des Georg Heniſch, weiland Arzt und Mathematiker zu Augsburg: De numeratione multiplici vetere et recentiori. A. V. 1605. 8. — Aus dem Gebrauche der allgemeinen Buchſtabenzeichen beim Rechnen, gingen allmählig hervor die höheren allgemeinen Rechnungs-Weiſen, und Formen der Algebra und der Analyſis, und Anwendung der Arithmetik auf die Geometrie, wurde zunächſt verſucht Behufs der beſtimmten Berechnung der Seiten und Winkel der Dreiecke (oben S. 118 Anm.) und gewährte ſo die Trigonometrie.

g) Von den beſtimmten und unbeſtimmten Zahlen unterſcheidet man die benannten und unbenannten. Nennt man nämlich die beſtimmte Einheit, z. B. ein Fuß, ſo iſt die Zahl eine benannte, läßt man aber die Einheit unbeſtimmt, ſo heißt die Zahl eine unbenannte, nur als die Zahl gedachte oder abſtracte; die unbeſtimmte erſte Zahl erhält das Zeichen (1) und den Wortlaut Eins. Was daher ſchlechthin Zahlen genannt wird, ſind unbenannte. Fortlaufend gewähren ſie eine ſtetige Reihe, genannt die Zahlenreihe. Wir drücken das Mehr der Einheiten in denen der Eins folgenden Zahlen (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) durch Zwei, Drei u. ſ. w. aus. Jede benannte Zahl läßt ſich durch zwei Buchſtaben ausdrücken, z. B. X C, wo C die benannte Einheit, und X jene Zahl bezeichnet, welche anzeigt: wie vielmal C genommen worden. Als Größen betrachtet (und jede benannte Zahl, ſowie jedes, was als benannte Zahl gedacht werden kann, iſt eine Größe), erhält erſtere die Benennung Quantität, d. i. Maaß, Menge oder Einheit, letztere Quantum, d. i. Gemäß oder die in der Menge gedachte Größe: Geſezt die Größe B ſtelle als genannte Zahl X C dar, ſo iſt X das Maaß, C hingegen das Gemäß. Dieſe Unterſchiede berückſichtigend, laſſen neuere Mathematiker die Mathematik, die ſie als Lehre von der Vergleichung der Zahlen und Größen bezeichnen, in die Lehre von den Zahlen und in die von den Größen zerfallen; erſtere als den Inhalt der Arithmetik (als Lehre von den

*) Daß die Indier ſchon in älteſten Zeiten hinſichtlich des Rechnens eine hohe Bildungsſtufe erreicht hatten; davon zeugt auch ihre Zeitrechnung; vergl. oben S. 279.

Zahlen, deren Verbindungen und dem Verhalten dieſer Verbindungen) auffaſſend, leztere in allgemeine und beſondere zerfällend, von denen die erſtere jene Sätze aufſtellt, welche von allen Größen gelten, die leztere hingegen hauptſächlich die Raum- und Kraft- (d. i. Bewegungs-Grund) Größen*) unterſuchend und bemeſſend in Betrachtung zieht.

h) Außer den Zahlen, beſtimmten wie unbeſtimmten, bedient ſich die Arithmetik noch verſchiedener anderer Zeichen, welche dazu dienen, jene Verhältniſſe, in welche die Zahlen beim Rechnen gerathen, anzuzeigen, und ſo zugleich die Regeln oder Formeln zu veranſchaulichen, nach denen die Zahlen beim Rechnen behandelt werden ſollen. Von verſchiedenen Zeichen dieſer Art iſt in dieſem Handbuch bereits zum Oefteren Gebrauch gemacht worden (z. B. S. 50 Anm., 118 ff., 521 ff. ꝛc.); in nachſtehehender Ueberſicht finden ſich außer dieſen Zeichen auch jene, welche, welche in der Geometrie, ſtatt ausführlicher (viel Schriftraum und viel Zeit heiſchender) Beſchreibungen am häufigſten benuzt werden:

Zeichen	Wortlaut deſſelben.	Bedeutung deſſelben.	Erläuterung.
$+$	plus, oder zu, oder und.	Zuſatz oder Addition, zwiſchen zwei Zahlen geſtellt deren Summe ausdrückend.	$a+b$ bezeichnet die Summe $a+b$; d. h. a iſt zu b addirt; a und b ſind die Summanden.
$-$	minus, oder weniger.	Abzug oder Subtraction; zwiſchen zwei Zahlen geſtellt die Minderung der einen um die Zahlengröße der anderen darſtellend.	$a-b$ bezeichnet die Differenz $a-b$; d. h. a iſt um b vermindert, oder b iſt von a ſubtrahirt; das links ſtehende a iſt der Minuend, das rechts ſtehende b der Subtrahend.
$=$	aequal, oder iſt gleich.	Zeichen der Gleichheit; zwiſchen Zahlen geſtellt erhebt es dieſe zu einer Gleichung.	$a=b$ iſt eine Gleichung, deren Seiten a und b ſind; d. h. alſo a und b bezeichnen dieſelbe Zahl.
$>$ $<$	größer kleiner	Zeichen der Ungleichung, des Größer- und	$a>b$ heißt a iſt größer als b**); $a<b$ dagegen:

*) Kraft kann überall nur erkannt und bemeſſen werden durch die aus ihr erwachſene Bewegung, und iſt an ſich oder ihrem Weſen nach ſelbſt nur Bewegung.

**) Eine Größe, die dadurch, daß man einen Theil von ihr hinwegnimmt, einer anderen Größe gleich wird, iſt größer als dieſe andere. So bewies ehemals Wolff, daß das Ganze größer ſei, als der Theil; deſſen Elem. Arithm. §. 70. Eine Größe, die einem Theile einer anderen Größe gleich iſt, iſt kleiner als dieſe andere Größe.

Zeichen.	Wortlaut deſſelben.	Bedeutung deſſelben.	Erläuterung.
$>$ $<$	größer kleiner	Kleinerſeyns; bei $>$ ſetzt man links die größere, rechts die kleinere Zahl.	a iſt kleiner als b; a und b ſind die Seiten der Ungleichung.
$\gtrless$	ob größer oder kleiner?	Vergleichung zweier Zahlengrößen in annoch ungewiſſen Fällen.	A $\gtrless$ B ſo C $\gtrless$ D d. h. wie A größer oder kleiner iſt als B, ſo auch C größer oder kleiner als D.
. oder $\times$	mal.	Vielfachung oder Multiplication führend zu einem: Mal-Genommenen d. i. zu einem Produkt. Sind die Zahlen Buchſtaben, ſo bleibt häufig das Multiplicationszeichen ganz weg: z. B. ab heißt in dieſem Falle: a multiplicirt mit b.	a . b oder a $\times$ b heißt a mal b und ſagt aus a iſt mit b multiplicirt; a iſt der Multiplicand, b der Multiplicator (oder auch wohl: a und b ſind Factoren) und a . b iſt ihr Produkt.
: oder — zwiſchen einer oberen und unteren Zahl.	getheilt oder dividirt durch	Gleichtheilung oder Diviſion; in a:b oder $\frac{a}{b}$ iſt dieſes Zahlenverhältniß der Quotient, a aber der Dividend und b der Diviſor.	a : b heißt a dividirt durch b. Man ſieht leicht ein, daß a : b . b = a und b . a : b auch = a iſt; es iſt alſo der Quotient a:b eine Zahl, die, wenn ſie mit b multiplicirt wird, eine dritte Zahl, nämlich a gibt.
$\backsim$ oder $\thicksim$	iſt ähnlich; vergleiche die Anm. zu S. 119.	ähnlich ſind Größen oder Größenverhältniſſe, welche in jenen Merkmalen übereinſtimmen, wodurch ſie ſich von andern Größen oder Größenverhältniſſen unterſcheiden.	Es gibt der Aehnlichkeiten in der Mathematik viele. Aehnlich ſind z. B. Figuren, welche ſich durch nichts unterſcheiden laſſen, was in ihnen an ſich verſtändlich iſt. *) Aehnlich ſind Zahlenverhältniſſe, welche einerlei Exponenten haben **) ꝛc.

*) Z. B. in allen geradelinig begrenzten Figuren ſind die Winkelgrößen und die Seitenverhältniſſe, ohne eine dritte Sache als Maaß hinzuzuziehen, mithin an ſich verſtändlich; ähnlich ſind daher dergleichen Figuren, wenn ihre gleichnamigen Winkel einerlei Größe und ihre gleichnamigen Seiten einerlei Verhältniſſe haben.

**) D. i. wo die Quotienten aus den beiden vorderen Gliedern durch die beiden hinteren

Dampf-Antheil (während derſelbe dieſe Zuſtands-Aenderung erleidet) entwickelt wird (oben S. 165), als auch gemäß der ihn verhältlich unverſchiebbar machenden Anziehung des feſten Theils der Flächenſubſtanz zu ſeiner Maſſe, und dann, weil Luft ihn begleitet, die gegen ihn ebenfalls anziehend wirkt (oben S. 420 ff.) und daher auch dazu dient ſeiner Verſchiebung und Wegſchiebung entgegen zu wirken. Dieſer nicht verdrängbare, luft-erfüllte Dampf-Antheil, er allein iſt zweifelsohne die Urſache der mit größerer Andrängung der Gegenflächen ſich ſteigernden und zulezt unüberwindlich großen Zurückſtoßung. Wie ſich aber bei ſolcher gewaltſamen Zuſammentreibung der Gegenflächen, dieſe Flächen verhalten, ſo höchſt wahrſcheinlich auch die Atome der ſtarren, wie der tropfbaren Materien; ſie ſind von Dampf umfloſſen, der bei den ſtarren Körpern in gewiſſen (polaren; ſ. oben S. 160 ff.) Richtungen eine dünnere (ſchmalere) Hülle gewährt, als in den übrigen, und daher jene Ungleichheit des Widerſtandes zur Folge hat, welche die ſtarren von den tropflichen Körpern unterſcheiden macht; (oben S. 159). Jene leeren Zwiſchenräume, welche die ältere Phyſik zur Erklärung der Biegſamkeit ſtarrer und der Tropfbarkeit in gleichartiger Zuſammenziehung begriffener flüſſiger Materien anzunehmen ſich genöthigt ſah, ſie ſind freilich nicht vorhanden, wohl aber, ſtatt derſelben, dampf-erfüllte Zwiſchenräume. Wenn aber die ältere Phyſik auch die gaſige Flüſſigkeit von, angeblich in allen Richtungen gegebenen, leeren Räumen ableitete, und die neuere Phyſik (oben S. 87—89 Anm.) hier, ſo wie auch bei den tropflichen und ſtarren Dingen, ſich Räume denkt: erfüllt mit urflüſſigem Wärmeſtoff (deſſen Flüſſigſein ſie unerklärt läßt), ſo weicht die, in dieſem Handbuche entwickelte Anſicht vom Weſen der Wärme (oben S. 325 Anm.), von beiden Vorausſetzungen von Grunde aus und durchgängig ab. Denn während dieſe unſere Anſicht den Unterſchied der ſtarren und der tropflichen Dinge lediglich darin findet, daß die in erſteren waltenden einſeitigen oder polaren Anziehungen, in Folge bewirkter Dampfvermehrung [alſo in Folge ſo ſehr vergrößerter Durchmeſſer der Molekel-Dampfhüllen — oben S. 84 ff. —, daß die polare Anziehung der Molekel nur in Fernen wirkt, in denen ihr Wirken bis zum Verſchwindend-Kleinen ſich vermindert hat] unwirkſam geworden, ſezt ſie zugleich voraus: daß in den Gaſen, auch die im Tropfbaren (durch deſſen Zuſammenziehung zum Tropfen oder deſſen Cohäſion) annoch wirkſame concentriſche Bewegung (d. i. Anziehungs-Beſtimmung; oben S. 7 ff.) der Molekel (S. 84) in jene excentriſche der Dampfhüllen übergegangen iſt (a. a. O. u. S. 7), wodurch dann alle Selbſteinengung und daraus entſpringende Selbſtbegränzung aufhört und gleich 0 wird.*)

*) Wo die concentriſche Bewegung der Molekel auch deren Hüllen ergreift, dort kommt es auch nicht nur zur Berührung der Gegenflächen, ſondern zugleich auch

7) Newton's, Boscowich's und Anderer Vorausſetzung: daß bei der Berührung zweier gegen einander bewegten Körperflächen, deren Anziehung in Abſtoßung übergehe, ſtüzte ſich nicht ſowohl auf jene phyſiſche Thatſachen, welcher in dieſer Hinſicht in der vorhergehenden Bemerkung gedacht wurde, ſondern auf eine der Größenlehre zugehörige Thatſache, und zwar auf die jenem Gebiete der höheren allgemeinen Rechnungsformen, welche durch Algebra (d. i. Lehre von der Auflöſung oder Werths-Beſtimmung unbekannter Größen durch Gleichungen) bezeichnet wird, entlehnte; daß die poſitiven oder bejahenden (zuſagenden oder affirmativen) Größen abnehmend zulezt verſchwinden, indem ſie in negative oder verneinende (verſagende oder privative) Größen übergehen. „Wie hier die Größen in entgegengeſezte Grundwerthe überſchlagen, ſo muß auch, folgerte man (jedoch nicht naturgemäß) in der Mechanik, dort, wo die Anziehung aufhört, ſtatt derſelben Abſtoßung eintreten.“ Vergl. Newton's Optice a. a. O. p. 320. — Daß jedoch dieſe Folgerung und Uebertragung der erwähnten mathematiſchen Thatſache auf den Boden der Phyſik nicht ſtatthaft iſt, wird klar, wenn man Folgendes erwägt. Wenn poſitive Größen durch 0 in negative übergehen, ſo geſchieht es, weil der ſubtrahirende Rechner fortfährt zu ſubtrahiren, während er, die Differenz mit irgend einer anderen Größe vergleichend, die Gleichheit beider in den Indifferenzpunkt ſezt, und ſie dann kleiner nennt. Eine Anwendung hievon auf die Anziehung, iſt aber unſtatthaft, weil jenes, was die Bewegung in entgegengeſezter Richtung hervorbringen ſollte, im Nullpunkte ſchon zu wirken aufgehört hat, oder, weil der Nullpunkt der Anziehungs-Wirkung nur dorthin fallen kann, wo: wegen der Unendlichkeit der Entfernung die Anziehung aufhören muß (vergl. oben Boscowich's Folgerung, Anmerk. S. 596); das hier angekommene Molekel kann mithin gar nicht mehr zur Wirkung beſtimmt werden, und muß daher in Ruhe verbleiben. Wollte man nun, die Richtigkeit dieſes Einwurfes und die Unmöglichkeit ihn zu beſeitigen zugeſtehend, annehmen, daß die Abnahme der Anziehung bis zu jenem Punkte, in welchem dieſe = 0 wird, dadurch erklärbar werde, daß (angeblich) die Größe der Molekel verſchieden, ihre Dichte hingegen durchgängig dieſelbe ſei, und daß ſie ſich im Verhältniß ihrer Maſſen (d. i. ihrer Gewichte) anziehen, ſo erwächſt daraus dem Erklärer noch keine Abſtoßung, und eine andere auf

---

zur Vereinigung derſelben. Etwas der Art tritt ſehr wahrſcheinlich bei allen jenen chemiſchen Verbindungen ein, welche ich in meinen Grundzügen I. 777 durch den Ausdruck Gegnungs-Gemiſche bezeichnete, dieſelben von jenen Einungsgemiſchen unterſcheidend, in welchen nicht die gegenſeitigen Molekel, ſondern die gegenſeitigen Atome der gegenſeitigen Molekel in dieſelbe Art und Sphäre von concentriſchen Bewegungen gerathen ſind.

die abgewendeten Seiten der Gegenflächen wirkende, dieſe zu ſich hinüber, mithin die Flächen ſelbſt auseinander ziehende Zuggewalt *) für dieſen Fall anzunehmen, iſt auch dann nicht zuläſſig, wenn man die Anſicht der Alten der Urſache des Aufſteigens des Waſſers in Saugpumpen, oder von der Urſache der Verdünnung der Luft durch ähnliche Mittel und deren Folgen, als erweisbare Wahrheit gelten laſſen wollte; vergl. oben S. 568 ff. und 419 ff., wiewohl die Vermuthung, daß zwei Gegenflächen, welche einander ihrer Dampf- (und Luft-) Hüllen wegen nicht berühren können, von der an ihren abgewendeten Seiten berührten Luft *ſtärker* angezogen werden, als von der zwiſchen beiden Gegenflächen befindlichen Dampfſchicht, in vielen Fällen vollkommen naturgemäß ſein mag. Wollte man jedoch ſolche angeblich durch die Luft bewirkte, Auseinanderziehung der Gegenflächen: als alleinige Urſache des Voneinanderfernebleibens beider zuſammergetriebener Platten gelten laſſen, ſo müßte man der Anziehung der Luft zu der Maſſenfläche der Platten eine größere Gewalt zuſchreiben, als *ihrem* (aus ihrer Dichte und Ausdehnſamkeit alſo aus den Grundbeſtimmungen ihrer Wirkſamkeit entſpringendem) *Drucke*, was der hier möglichen Naturgewalt widerſtreitet. Wohl möchte die Druckgewalt der Luft durch die einſeitig (nur von Auſſen her, aber nicht zwiſchen den Platten) wirkenden, auf die Auſſenflächen der Platten gerichteten Luft-Anziehungen in etwas vermindert werden, wenn zwiſchen den Platten wirklich nur Dampf und gar keine Luft lagerte, da dieſes aber nie der Fall iſt, ſondern jeder Dampf der Art zugleich ein Luft-erfüllter iſt, ſo iſt eine hierauf geſtüzte Erklärung des Nicht- Zur- Berührung-Kommens der Platten unzuläſſig.

8) Zur Erläuterung des zuvor — Bemerkung 7, Seite 599 — über die *algebraiſche Thatſache* Beigebrachten, und um nachzukommen der S. 92, in der Anmerkung daſelbſt, gegebenen

*) Eine hieher gehörige Annahme legte ich bereits vor mehreren Jahren (ſ. m. Experimentalphyſik 2. Aufl. I. 500 Bem. 11), indem ich von *Franklin's* Annahme der *elektriſchen Atmoſphären* (oben S. 425 ff.) und der ſie bedingenden ſog. elektriſchen Vertheilung (richtiger: der Elektricitäts-Erregung durch Elektricität, alſo des + E durch — E, des — E durch + E; vergl. oben S. 131 und ff. und 526 Anm.) Gebrauch machte, der Erklärung ſowohl der *elektriſchen* als der *magnetiſchen Abſtoßung* (d. h. ſowohl dem Satze: + E und + E, ſowie — E und — E *ſtoßen ſich ab*, und ebenſo + M und + M, und — M und — M, während + E und — E, + M und — M ſich anziehen) zum Grunde; beiderlei Abſtoßungen nicht als wirkliche, ſondern als *ſcheinbare* geltend laſſend, und ſie als Erfolge der von entgegengeſezten Seiten her (auf die Rückflächen der mit + E und + E — E und — E, oder + M und + M und — M und — M geladenen Körper) doppelt ſo ſtark einwirkenden Anziehungen von entgegengeſezten E und M betrachtend. Neuerlich iſt dieſelbe, wirkliche Abſtoßung der gleichnamigen E und M verneinende Anſicht von der Natur der ſog. elektriſchen und magnetiſchen Abſtoßungen, als eine ganz neue Folgerung veröffentlicht worden!

Zuſicherung, ſoweit ſolches Beſtimmung und Gränzen dieſes Handbuches geſtatten, möge hier noch folgen nachſtehende, möglichſt gedrängt gehaltene, Bezeichnung des Hauptinhalts der Lehre von den Beſchaffenheiten, Eigenſchaften und Veränderungen der Größen, oder deſſen, was in dieſen Beziehungen an den Dingen — den wirklichen wie den möglichen, und mithin auch den denkbaren wie den gedachten — meßbar iſt, d. i. der Größen-Lehre oder Mathematik.

a) Der verſtändige, als ſolcher erwägend vergleichende, von ſeiner Vernunft Gebrauch machende, mithin denkend beurtheilende und über Beurtheiltes nachdenkende Menſch vermag, ſo hat es die Vatergüte des Schöpfers zugelaſſen, nicht nur zur klaren Erkenntniß und anerkennenden Gewißheit zu gelangen über alles Erforſchbare, was in ſeinem geiſtigen Weſen urbeſtimmt nothwendig, d. i. weſengeſetzlich werdend iſt und ſeiend wird, ſondern es iſt ihm auch vergönnt, an Allem, was ihm gegenſtändlich, alſo was ſeinem Weſen ein Aeußeres, d. i. auſſer demſelben Gewordenes oder Werdendes iſt, zu erfahren (d. h. zu erleben): in wiefern es und in welchem Maaße es die Nothwendigkeit (den innern Weſenszwang) ſolchen Gewordenſeins oder Werdens offenbaret? Das erſtere dieſer geiſtigen Vermögen des Menſchen, gründet in ſeines Geiſtes Urverhältniſſen und führt, geſchöpft aus dieſen Verhältniſſen, durch vergleichende Beurtheilung zum Erkennen durch Begriffe; d. h. zum begrifflich-beurtheilenden oder, wie die Schule es nennet: zum rationalen Wiſſen, und ſeinem Zuſammenhange nach entwickelnd geordnet (alſo das Beſondere aus dem Allgemeinen und das Mannigfache aus dem Einfachen ableitend und jenes auf dieſes zurückführt, d. i. ſyſtematiſch zuſammengeſtellt) zur rationalen oder Begriffs-Wiſſenſchaft; das leztere hingegen zum gegenſtändlichen, erleblichem oder, mit der Schule geſprochen, zum empiriſchen Wiſſen, und, nach Art des begrifflichen Wiſſens und mit Hülfe deſſelben gefügt und ordnend geſtellt, zur empiriſchen oder Erfahrungs-Wiſſenſchaft; ohne dieſe Beihülfe dagegen nur zur Kunde, und durch dieſe zur Anſicht; während jene zur Einſicht leitet und dieſe gewinnen läßt jeden, der ſelbſtforſchend ihr vertraut.

b) Die Begriffs-Wiſſenſchaft theilt ſich in die urbegriffliche des Geiſtigen (dieſes ſowohl an ſich betrachtet, als auch in ſeinen Verhältniſſen und Beziehungen zu Allem, was auſſer ihm) und in die uranſchauliche des Räumlichen und Zeitlichen; erſtere geiſtige Bethätigungsrichtung führt zur Wiſſenſchaft vom Wiſſen, oder, ſchulgemäß geſprochen, zur Philoſophie (wörtlich: Weisheits-Liebe, ſonſt auch bezeichnet durch Weltweisheit, richtiger durch Wiſſens-Weisheit, ſich unterſcheidend von der Weisheit des Könnens, d. i. der Lebens-Weisheit);

leztere zur Wiſſenſchaft vom Größen-Geſetzlichen oder Urverhältlichen, oder zur Größen-Weisheit, nämlich zur reinen, weder auf ein anderes Wiſſen, noch auf ein Können angewendeten Mathematik. Während in der Wiſſens-Weisheit die „Begriffe" nur in den Urformen unſeres Vorſtellungs-Vermögens, und dadurch aber auch im denkbaren Urbilde des Gegenſtändlichen, oder, wie die Schule ſich ausdrückt: in der Idee (d. i. im Urdenklichen) ſich gründen — von der ſie daher nicht nur müſſen abgeleitet werden können, ſondern auf die man ſie auch, und zwar in gleicher Schärfe und Vollendung, muß zurückzuführen vermögen — werden „ſie" in der Größen-Weisheit, entſprechend den beiden urſprünglichen Formen unſerer ſinnlichen Wahrnehmungs-Verhältniſſe: dem Raume und der Zeit, in der Anſchauung erfaßt und erwieſen. Indem aber die Mathematik aus der Entwickelung und Verbindung (ſchulgemäß bezeichnet: aus der Conſtruction) der Größen-Begriffe als Wiſſenſchaft ſich dadurch geltend macht: daß ſie ſich dieſer Anſchauungs-Begriffe zum Beweiſe ihrer Sätze bedient, gibt ſie damit in der That zugleich den unumſtößlichen, in ſich gewiſſen Theil ihres Inhalts, und gewährt ſie mithin, mit dieſem ihrem „Verfahren" ſich ſelber zu geben, oder, wie die Schule ſagt: mit dieſer ihrer Methode, zugleich auch ihren Inhalt. Denn nur Größen-Verhältniſſe, nur Raum, Zeit und Bewegung geſtatten die Darſtellung des Urbildlich-Denkbaren (des Idealen) durch die Anſchauung des Wirklichen (oder Concreten), und führen ſo zu jener Unbedingtheit und Nothwendigkeit in der Erkenntniß, welche in unbezweifelbarer und daher unumſtößlicher, oder, mit den Schulweiſen geſprochen: apodictiſcher Gewißheit gründet.

c) Die Aufgabe der Naturforſcher, in Beziehung auf Größenlehre lautet: ſowohl die ſchon entdeckten, als auch alle noch zu entdeckenden Naturgeſetze (oben S. 3) mit unbezweifelbarer Beſtimmtheit, d. i. mit mathematiſcher Strenge zu erweiſen und zu beweiſen; eine Forderung, der nur dadurch Genüge geleiſtet zu werden vermag, daß man die Grundlehren der Mathematik und die Art, wie in ihr Beweiſe geführt werden, auf die Ergebniſſe der Naturforſchung aufs ſchärfſte und vollſtändigſte in Anwendung bringt, und ſo die Naturwiſſenſchaft ſelbſt in einen Zweig der angewandten Mathematik verwandelt; eine Wandelung, die um ſo eher möglich wird, wenn die Naturwiſſenſchaft, wie die reine Größen-Lehre, ſich nur auf ſolche Thatſachen ſtüzt, die kein mit geſunden Sinnen begabter Menſch in Abrede ſtellen kann, und die daher als an ſich einleuchtend, oder, mit der Schule geſprochen, als unmittelbar evident, ſich geltend machen für jeden geſunden, denkenden Kopf; und ſolche Thatſachen ſind das Vorhandenſein des Raumes, ſowie das Vorſichgehen der Bewegung und der daraus erwachſende Verlauf der Zeit; Thatſachen, die, ihren möglichen Verhältniſſen nach in

ihrer ganzen Reinheit und Beſtimmtheit aufgefaßt, die Mathematik in den Stand ſetzen: ihre Gegenſtände begriffsmäßig vollkommener zu entwickeln und zu ermeſſen, als die zugehörige ſinnlich wahrnehmbare Sache ſelbſt es iſt. Wie denn z. B. die mathemathiſchen Figuren es bedingen: die Beſtimmung der einem ſinnlich wahrnehmbaren Gegenſtande zum Grunde liegenden Raum-Verhältniſſe und Bewegungs-Möglichkeiten durchaus rein und frei von fremdartigen Zuſätzen, alſo nur ihren zum Verſtändniß unerläßlichen Weſentlichkeiten nach, aufzufaſſen und ſo — den Begriff ſolchen Gegenſtandes frei haltend von Allem, was demſelben nicht zugeſagt, oder was die Reinauffaſſung deſſelben hindert — befreiet von allem Zufälligen und Unnöthigen, dem denkend ermeſſenden Geiſte zur Anſchauung zu bringen; wie etwas der Art z. B. ſtillſchweigend vorausgeſezt und in Anwendung gebracht wurde, in denen S. 26 ff., 28, 35 Anm., 39 und 42, 46 Anm., 118 und ff. Anm., 233—250 Anm., 278 ff. Anm., 293 Anm., 471 Anm., mitgetheilten Erklärungen, Erläuterungen und Beiſpielen.

d) Jene Sätze, aus welchen die Größenlehre ihre wiſſenſchaftliche Haltung gewinnt, oder als Wiſſenſchaft ſich bildet, ſind theils einfache Begriffe oder Grundbegriffe (notiones primae) z. B. der Begriff der unausgedehnten Oertlichkeit, des Punktes (S. 26), deſſen Einfachheit jede Unterſcheidung eines Ungleichartigen in ihm unmöglich macht, und deſſen Bewegung (Orts-Aenderung) zur Bildung der ebenſo einfachen Linien, und durch dieſe zur Erzeugung des Begriffs der Fläche führt (S. 9 und 118 Anm.); ferner der Begriff der Einheit und der Vielheit, ꝛc.; theils Erklärungen (Definitionen, Definitiones), d. h. Beſtimmungen jener einfachen Merkmale, welche ſich in den zuſammengeſezten (als ſolche aus den einfachen entwickelten) Begriffen vorfinden; wie z. B. die Erklärung des Dreiecks, Quadrats und der übrigen beſonderen Figuren (a. a. O. und S. 293 Anm.); theils Forderungs-Sätze (Poſtulate, Postulata), das will ſagen: Anforderungen einen einfachen Größen-Gegenſtand hervor- oder zu Stande zu bringen; z. B. durch drei Punkte eine Ebene zu legen, durch zwei Punkte eine gerade Linie zu ziehen u. m. dergl.; theils Aufgaben (Probleme, Problemata), d. h. Forderungen: zuſammengeſezte Größen wiſſenſchaftlich zu entwickeln. Jede Aufgabe zerfällt in die Anforderung ſelbſt, die als ſolche ſchlechthin mit der Benennung „Aufgabe" belegt wird, und in den Beweis des genügend möglichen Vollzugs derſelben; z. B. die Herſtellung oder Conſtruction eines rechtwinkligen Dreiecks, und der Beweis ſeiner Rechtwinkligkeit. Ferner gehören zu jenen Sätzen α) die Grundſätze (Axiome, Axiomata) oder Erſchließungen deſſen, was aus der unmittelbaren Verbindung zweier einfachen Größengegenſtände für die Anſchauung und in derſelben geworden, das ſind mithin Beſtimmungen, welche

ſich aus der Verbindung der Größengegenſtände unmittelbar ergeben; z. B. zwiſchen zwei Punkten hat unter allen denkbaren Linien die gerade die kürzeſte Ausdehnung (der gerade Weg iſt der kürzeſte); β) die Lehrſätze (Theoreme, Theoremata), die darthun, daß aus gewiſſen aufeinander bezogenen Größen Beſtimmungen hergeleitet werden können, welche ſich auf Grundſätze ſtützen, in denen ſie ihre Zuläßigkeit finden. Sie unterſcheiden ſich γ) von den Verbindungsſätzen oder Beweisſätzen (Lemmata; misbräuchlich auch wohl „Lehrſätze" genannt) durch die der Erweiß in einer anderen Verbindung von Sätzen gefunden wird, und die jene Stelle, welche man ihnen zuweiſet, lediglich als Beweismittel anderer Sätze erhalten. Von beiden, von den Lehr- und Verbindungs-Sätzen verſchieden ſind die Zuſätze oder Anhäng-Folgeſätze (Corollarien, Corollaria) und Anmerkungen oder Scholien.*)

e) So weit nun die Größen-Verhältniſſe der Gegenſtände nur an ſich (alſo nur als Größen), d. i. rein — ohne was außerdem dergleichen Gegenſtände erfahrungsgemäß ſind oder Vorausſetzungen zufolge ſein können — zur Vorſtellung gebracht worden, oder ſo weit nur die Geſetze nachgewieſen und erwieſen werden, welchen die Größen, als ſolche, in ihren gegen- und wechſelſeitigen Verhältniſſen und Beziehungen ſich unterworfen zeigen, ſo weit gehören ſie auch und nur der reinen Mathematik an; ſo weit hingegen dieſe Geſetze an der wirklichen ſinnlichwahrnehmbaren Welt und deren wiſſenſchaftlichen, ſchon vorhandenen oder annoch möglichen Beziehungen, als dieſelben begründend, regelnd und beherrſchend, nachgewieſen, erprobt und beſtätigt werden, ſind ſie Theile und Inhalt der angewandten Mathematik, deren Bereich nicht nur das aller übrigen Wiſſenſchaften in ſich aufzunehmen vermag — denn jede Wiſſenſchaft, die Wiſſens-Wiſſenſchaft oder Philoſophie nicht ausgenommen, iſt der mathematiſchen Bearbeitung fähig — ſondern die auch nach allen Richtungen hin, bemeſſend und beſtimmend, in den geſelligen und volklichen Verkehr der Menſchen und dadurch in das Menſchheits-Leben einzugreifen geeignet iſt.

f) Da unſere ſinnliche Anſchauung ſich nur in zwei Urformen, in Zeit und Raum, zu bethätigen vermag, ſo kann es für ſie auch nur zwei Gattungen von Größen geben: durch Zeitfolge entſtehende und mithin zeitlich geſonderte, unterbrochene (discrete) oder unſtetige, und: ſtetige d. i. in ſich zuſammenhängende (daher auch „fließliche" genannte) und mithin ununterbrochene (continuirliche) oder räumliche. Dieſe ſind durch ſich ſelbſt, oder vielmehr durch ihr eigenes Bild veranſchaulichungsfähig und darſtellbar, jene nur

---

*) Beiläufige, nicht nothwendig in die Folge der Sätze gehörende Bemerkungen oder Annotationen (Annotationes). — Scholion oder Scholium bedeutet eigentlich eine kurze Erklärung, oder auch eine deutliche Auslegung eines dunkelen Satzes.

mittelſt willführlicher Zeichen, die unſer Geiſt auf gleich unerklärbare Weiſe mit den Gegenſtänden verbindet, wie er Worte zu Zeichen von Vorſtellungen erhebt. Hienach zerfällt denn auch die geſammte reine Mathematik in die Lehre von den unterbrochenen oder Rechnungs-Größen, und in jene von den ſtetigen oder Raum-Größen, oder in Arithmetik und Geometrie. Da ſich jedoch alle Größen auf Rechnungs-Größen-werthe (Zahlen oder deren Vertreter) zurückführen laſſen, und da denn auch, nach Maaßgabe beſonderer Zwecke in der Raumgrößen-Darſtellung, die Raumgrößen nicht ſelten als Rechnungsgrößen, und umgekehrt dieſe wie jene behandelt werden, ſo geht beim Unterrichte zweckmäßig die Wiſſenſchaft von den Rechnungsgrößen allen übrigen mathematiſchen Wiſſenſchaften voran. Ihre Zeichen werden gewöhnlich nur in dem Falle, daß ſie beſtimmte ſind: Zahlen genannt, während Buchſtaben als unbeſtimmte Zeichen gelten, indeſſen nennet man richtiger beide Arten von Zeichen Zahlen; nämlich erſtere beſtimmte, leztere unbeſtimmte. Dieſe unterſcheiden ſich jedoch von jenen nicht ſowohl durch Unbeſtimmtheit, als vielmehr durch Allgemeinheit, und während daher die Buchſtaben als allgemeine oder reine Rechnungs-Zeichen in Gebrauch genommen werden, bedient man ſich der Ziffern als beſonderer, die Anwendung der Regel für den beſtimmten Einzelfall gewährender Rechnungs-Kennwerthe. Durch Buchſtaben werden beliebige, durch Ziffern beſtimmte Zahlen einer Zahlenreihe bezeichnet. Man kann daher allerdings die Arithmetik bezeichnen als die Wiſſenſchaft von den Zahlen, muß dann aber hinzufügen, daß ſie ſich zu ihren allgemeinen Regeln oder Formeln und nach denſelben zu vollziehenden Rechnungen der Buchſtaben, zu den Rechnungen mit bereits bemeſſenen Größen hingegen der Ziffern *) bediene. Beim Unterrichte geht indeſſen die Lehre vom Ziffern-Rechnen jener vom Buchſtaben-Rechnen gemeinhin voran, da Anfänger, zumal ſehr jugendliche, ſich leichter in den in ſeiner Beſonderheit beſtimmten, als in den in ſeiner Allgemeinheit vom Einzelnen abgezogenen Fall finden. — Unter Ziffern, Figurae numericae, notae numericae, verſteht man übrigens Zeichen oder Merkmale, an welchen man erkennt: wie viel Einzelgrößen derſelben Art, oder, was daſſelbe ſagen will: wie viel Einheiten beiſammen ſind; ſo daß ſie gleichſam das Alphabet darſtellen, wodurch die beſtimmte Zahlen ausgedrückt werden; eine Darſtellungs-Aehnlichkeit, die nicht nur durch dieſe Vergleichung, ſondern auch geſchichtlich begründet vorliegt. Denn bevor die beſtimmten Zahlen allgemeiner in Gebrauch genommen wurden, bedienten viele Völker

*) Wie Ziffer der bildliche Ausdruck der beſtimmten Zahl iſt, ſo iſt Zahlwort ihr wörtlicher.

ſich ſtatt derſelben der Buchſtaben, und mitunter iſt dieſes noch jezt der Fall. Am bekannteſten ſind in dieſer Hinſicht die, aus ſieben Buchſtaben des großen lateiniſchen Alphabets, gebildeten Römiſchen Ziffern; von denen die Eins oder der Einer, dem großen lateiniſchen I, die Fünf, oder der Fünfer, dem großen lat. V, die Zehn, oder der Zehner, dem großen lat. X, die Funfzig, oder der Funfziger, dem großen lat. L, die Hundert, oder der Hunderter, dem großen lat. C, die Fünfhundert, oder der Fünfhunderter, dem großen lat. D, und die Tauſend, oder der Tauſender, dem großen lat. M entſpricht. Der Grund dieſes den bemerkten großen lat. Buchſtaben beigelegten Zahlen- oder Rechen-Werthes, liegt darin, daß die meiſten dieſer Buchſtaben die Anfangsbuchſtaben der zugehörigen lateiniſchen Zahlen-Benennungen ſind, und die Römer haben hierin eine Bezeichnungs-Weiſe befolgt, welche auch in unſeren Zeiten von den Chemikern benuzt wurde, um die Namen der Grundſtoffe durch eben ſo einfache als beſtimmte Zeichen, in kürzeſter Form kenntlich zu machen *). So iſt z. B. M der Anfangsbuchſtabe von dem Tauſend bedeutenden Mille das M; dieſes ſchrieben aber die älteren Römer (I), daher ward D das Zeichen für Fünfhundert, weil I) das halbe Zeichen von (I). So iſt ferner das große C der Anfangsbuchſtabe von Centum, d. i. Hundert. Es ſchrieben oder malten aber die älteren Römer dieſen Buchſtaben nicht durch C ſondern durch ⊏, und von dieſem alten C iſt die räumliche Hälfte ┌, weshalb das L als Zahlzeichen die Bedeutung von Funfzig erhielt, da es gleichſam die Hälfte vom Hundertzeichen (von ⊏) darſtellt, wie auf gleiche Weiſe V die räumliche Hälfte von X iſt. Dieſe Zehn ſelbſt iſt jedoch nicht auf dieſem Wege entſtanden, ſondern nicht unwahrſcheinlich, gleich der durch das große I bezeichnete Eins, durch Finger-Stellung hervorgegangen; denn die Finger-Rechnung ſcheint die älteſte aller Rechnungs-Weiſen zu ſein, und ehe die Menſchen ſich zum Erfaſſen von viele Einheiten in ſich ſchließenden Zahlen erhoben, beſchränkten ſie ſich ohne Zweifel auf die erſten fünf oder zehn Zahlenzeichen, wozu ihnen die Finger die nächſte Veranlaſſung gaben; noch jezt gibt es Völkerſchaften, deren Rechnungs-Vermögen nur auf die erſten fünf bis zehn Zifferzeichen beſchränkt erſcheint. Die ſogenannten arabiſchen Ziffern, deren wir uns beim Rechnen bedienen, haben für dieſen Zweck die römiſchen Ziffern, nun faſt in allen Landen, gänzlich verdrängt. Ihren Urſprung pflegt man von einer Figur abzuleiten, welche dadurch entſteht, daß man ein Viereck (Quadrat) mit einem Kreiſe umſpannt, während man es innen, von Eck zum fernſten Gegeneck (über's Kreuz) durch Geren (Diagonallinien; oben S. 109 Anmerk.)

*) Vergl. oben S. 6, 56 Anm., 94 Anm., 320—322, und beſonders S. 495 ff.

theilt; indeſſen iſt dieſe Ableitung nichts weniger als ungeſucht und einfach. Man ſchrieb ſonſt ihre Erfindung gemeinhin den Arabern zu, allein ſchon Walliſius (Oper. Arith. c. 9 p. 48 Vol. I. Oper. Mathem.) zeigte, daß ſelbſt ein Araber, Namens Alſepadi, in einer von ihm verfaßten Handſchrift, die in der Bodlejaniſchen Bibliothek zu Oxford aufbewahrt wird, ſie den Indiern zueignet.*) Nach Europa kamen ſie übrigens durch die Saracenen, im zehnten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung, die ſie nach Spanien brachten, von wo aus ſie, durch Gerbert (der ſpäterhin im Jahr 999, unter dem Namen Sylweſter II. die päbſtliche Würde erlangte) zunächſt nach Frankreich gelangten. Vergl. auch des Georg Heniſch, weiland Arzt und Mathematiker zu Augsburg: De numeratione multiplici vetere et recentiori. A. V. 1605. 8. — Aus dem Gebrauche der allgemeinen Buchſtabenzeichen beim Rechnen, gingen allmählig hervor die höheren allgemeinen Rechnungs-Weiſen, und Formen der Algebra und der Analyſis, und Anwendung der Arithmetik auf die Geometrie, wurde zunächſt verſucht Behufs der beſtimmten Berechnung der Seiten und Winkel der Dreiecke (oben S. 118 Anm.) und gewährte ſo die Trigonometrie.

g) Von den beſtimmten und unbeſtimmten Zahlen unterſcheidet man die benannten und unbenannten. Nennt man nämlich die beſtimmte Einheit, z. B. ein Fuß, ſo iſt die Zahl eine benannte, läßt man aber die Einheit unbeſtimmt, ſo heißt die Zahl eine unbenannte, nur als die Zahl gedachte oder abſtracte; die unbeſtimmte erſte Zahl erhält das Zeichen (1) und den Wortlaut Eins. Was daher ſchlechthin Zahlen genannt wird, ſind unbenannte. Fortlaufend gewähren ſie eine ſtetige Reihe, genannt die Zahlenreihe. Wir drücken das Mehr der Einheiten in denen der Eins folgenden Zahlen (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) durch Zwei, Drei u. ſ. w. aus. Jede benannte Zahl läßt ſich durch zwei Buchſtaben ausdrücken, z. B. X C, wo C die benannte Einheit, und X jene Zahl bezeichnet, welche anzeigt: wie vielmal C genommen worden. Als Größen betrachtet (und jede benannte Zahl, ſowie jedes, was als benannte Zahl gedacht werden kann, iſt eine Größe), erhält erſtere die Benennung Quantität, d. i. Maaß, Menge oder Einheit, letztere Quantum, d. i. Gemäß oder die in der Menge gedachte Größe: Geſezt die Größe B ſtelle als genannte Zahl X C dar, ſo iſt X das Maaß, C hingegen das Gemäß. Dieſe Unterſchiede berückſichtigend, laſſen neuere Mathematiker die Mathematik, die ſie als Lehre von der Vergleichung der Zahlen und Größen bezeichnen, in die Lehre von den Zahlen und in die von den Größen zerfallen; erſtere als den Inhalt der Arithmetik (als Lehre von den

*) Daß die Indier ſchon in älteſten Zeiten hinſichtlich des Rechnens eine hohe Bildungsſtufe erreicht hatten; davon zeugt auch ihre Zeitrechnung; vergl. oben S. 279.

Zahlen, deren Verbindungen und dem Verhalten dieſer Verbindungen) auffaſſend, leztere in **allgemeine** und **beſondere** zerfällend, von denen die erſtere jene Säze aufſtellt, welche von allen Größen gelten, die leztere hingegen hauptſächlich die **Raum-** und **Kraft-** (d. i. Bewegungs-Grund) Größen*) unterſuchend und bemeſſend in Betrachtung zieht.

h) Außer den **Zahlen**, beſtimmten wie unbeſtimmten, bedient ſich die **Arithmetik** noch verſchiedener anderer Zeichen, welche dazu dienen, jene Verhältniſſe, in welche die Zahlen beim Rechnen gerathen, anzuzeigen, und ſo zugleich die Regeln oder Formeln zu veranſchaulichen, nach denen die Zahlen beim Rechnen behandelt werden ſollen. Von verſchiedenen Zeichen dieſer Art iſt in dieſem Handbuch bereits zum Oefteren Gebrauch gemacht worden (z. B. S. 50 Anm., 118 ff., 521 ff. ꝛc.); in nachſtehender Ueberſicht finden ſich außer dieſen Zeichen auch jene, welche, welche in der Geometrie, ſtatt ausführlicher (viel Schriftraum und viel Zeit heiſchender) Beſchreibungen am häufigſten benuzt werden:

Zeichen	Wortlaut deſſelben.	Bedeutung deſſelben.	Erläuterung.
$+$	plus, oder **zu**, oder **und**.	**Zuſatz** oder **Addition**, zwiſchen zwei Zahlen geſtellt deren Summe ausdrückend.	$a+b$ bezeichnet die **Summe** $a+b$; d. h. a iſt zu b addirt; a und b ſind die **Summanden**.
$-$	minus, oder **weniger**.	**Abzug** oder **Subtraction**; zwiſchen zwei Zahlen geſtellt die Minderung der einen um die Zahlengröße der anderen darſtellend.	$a-b$ bezeichnet die **Differenz** $a-b$; d. h. a iſt um b vermindert, oder b iſt von a ſubtrahirt; das **links** ſtehende a iſt der **Minuend**, das **rechts** ſtehende b der Subtrahend.
$=$	aequal, oder iſt **gleich**.	Zeichen der **Gleichheit**; zwiſchen Zahlen geſtellt erhebt es dieſe zu einer **Gleichung**.	$a=b$ iſt eine **Gleichung**, deren **Seiten** a und b ſind; d. h. alſo a und b bezeichnen dieſelbe Zahl.
$>$ $<$	**größer** **kleiner**	Zeichen der **Ungleichung**, des Größer- und	$a>b$ heißt a iſt größer als b*); $a<b$ dagegen:

*) **Kraft** kann überall nur erkannt und bemeſſen werden durch die aus ihr erwachſene Bewegung, und iſt an ſich oder ihrem Weſen nach ſelbſt nur Bewegung.

) Eine Größe, die dadurch, daß man einen Theil von ihr hinwegnimmt, einer anderen Größe gleich wird, iſt **größer als dieſe andere. So bewies ehemals **Wolff**, daß das **Ganze** größer ſei, als der Theil; deſſen Elem. Arithm. §. 70. Eine Größe, die einem Theile einer anderen Größe gleich iſt, iſt kleiner als dieſe andere Größe.

Zeichen.	Wortlaut deſſelben.	Bedeutung deſſelben.	Erläuterung.
$>$ $<$	größer } kleiner }	Kleinerſeyns; bei $>$ ſezt man links die größere, rechts die kleinere Zahl.	a iſt kleiner als b; a und b ſind die Seiten der Ungleichung.
$\gtrless$	ob größer oder kleiner?	Vergleichung zweier Zahlengrößen in annoch ungewiſſen Fällen.	A $\gtrless$ B ſo C $\gtrless$ D d. h. wie A größer oder kleiner iſt als B, ſo auch C größer oder kleiner als D.
. oder $\times$	mal.	Vielfachung oder Multiplication führend zu einem: Mal-Genommenen d. i. zu einem Produkt. Sind die Zahlen Buchſtaben, ſo bleibt häufig das Multiplicationszeichen ganz weg: z. B. ab heißt in dieſem Falle: a multiplicirt mit b.	a . b oder a $\times$ b heißt a mal b und ſagt aus a iſt mit b multiplicirt; a iſt der Multiplicand, b der Multiplicator (oder auch wohl: a und b ſind Factoren) und a . b iſt ihr Produkt.
: oder — zwiſchen einer oberen und unteren Zahl.	getheilt oder dividirt durch	Gleichtheilung oder Diviſion; in a : b oder $\frac{a}{b}$ iſt dieſes Zahlenverhältniß der Quotient, a aber der Dividend und b der Diviſor.	a : b heißt a dividirt durch b. Man ſieht leicht ein, daß a : b . b = a und b . a : b auch = a iſt; es iſt alſo der Quotient a : b eine Zahl, die, wenn ſie mit b multiplicirt wird, eine dritte Zahl, nämlich a gibt.
$\backsim$ oder $\sim$	iſt ähnlich; vergleiche die Anm. zu S. 119.	ähnlich ſind Größen oder Größenverhältniſſe, welche in jenen Merkmalen übereinſtimmen, wodurch ſie ſich von andern Größen oder Größenverhältniſſen unterſcheiden.	Es gibt der Aehnlichkeiten in der Mathematik viele. Aehnlich ſind z. B. Figuren, welche ſich durch nichts unterſcheiden laſſen, was in ihnen an ſich verſtändlich iſt. *) Aehnlich ſind Zahlenverhältniſſe, welche einerlei Exponenten haben **) ꝛc.

*) Z. B. in allen geradelinig begrenzten Figuren ſind die Winkelgrößen und die Seitenverhältniſſe, ohne eine dritte Sache als Maaß hinzuzuziehen, mithin an ſich verſtändlich; ähnlich ſind daher dergleichen Figuren, wenn ihre gleichnamigen Winkel einerlei Größe und ihre gleichnamigen Seiten einerlei Verhältniſſe haben.

**) D. i. wo die Quotienten aus den beiden vorderen Gliedern durch die beiden hinteren

Zeichen.	Wortlaut deſſelben.	Bedeutung deſſelben.	Erläuterung.
$\overset{\backsim}{=}$ oder $\underset{\backsim}{=}$	iſt congruent; vergl. a. a. O.	Völlige Uebereinſtimmung. Siehe S. 119 Anm.	Siehe unten die Anmerk.

Glieder gleich ſind. So ſind z. B. ähnliche Verhältniſſe 2 : 3 und 4 : 6; denn $^2/_3$ iſt ebenſoviel als $^4/_6$. Gleich wären aber dieſe Verhältniſſe, wenn beide z. B. durch 2 : 3, oder beide durch 4 : 6 ausgedrückt erſchienen. So ſind ferner die Körperzahlen, d. ſ. die Produkte aus der erſten und zweiten Dimenſion, multiplicirt mit der dritten (oben S. 118 Anm.) 48 und 162 ähnlich; denn wie ſich verhält (in 48) die Länge 2 zur Breite 4, ſo auch (in 162 die Länge 3 zur Breite 6; und wie ſich verhält die Länge 2 zur Tiefe 6, ſo auch die Länge 3 zur Tiefe 9. Desgleichen ſind ähnlich die parallelogrammatiſchen Flächenzahlen 24 und 54; denn erſtere entſteht durch Multiplication von 4 mit 6, und leztere von 6 mit 9 (4 und 6 ſind in der Flächenzahl 24, und 6 und 9 in der Flächenzahl 54 die Seiten, durch deren Multiplication die Flächenzahl als Produkt hervorgeht); denn 4 iſt in 6 eben ſo oft enthalten, als 6 in 9; nämlich anderthalbmal. Auch ſind ähnlich die Durchmeſſer (Diametri, Diameter) krummer Linien, welche mit ihren Ordinaten einerlei Winkel machen. (Unter Ordinaten verſteht man jene geraden Linien, welche innerhalb einer krummen mit einander parallel — d. i. in gleicher Richtung oder gleichlaufend — gezogen, von der Axe oder dem Durchmeſſer der krummen Linien, oder von den geraden Linien, aus deren Punkten ſie gezogen ſind, in zwei gleiche Theile abgetheilt werden; vergl. oben S. 119 Anm.) Ferner ſind ähnlich die Bogen ähnlicher Linien, die ſich zu einander verhalten, wie ihre Sehnen (ſ. a. a. O. und weiter unten), oder die einerlei Verhältniß gegen die ganze Linie haben. Haben daher die Bogen von zwei oder mehreren concentriſchen (S. 119 Anm.) Kreiſen einerlei Grade, ſo ſind ſie ähnlich; denn ſie bilden gleichgroße Theile von den ihnen zugehörigen Kreiſen oder Kreisumfängen (Peripherien). Ebenſo ſind auch zwei (gerade) Kegel (Coni) ähnlich, wenn ihre Axen zu den Durchmeſſern ihrer Grundflächen gleiche Verhälniſſe haben und mit ihnen einerlei Winkel machen. — Kegel oder Conus nennt man einen mathematiſchen Körper, der eine Kreisfläche zur Grundfläche hat, von deren Peripherie aus, Punkt für Punkt, gerade Linien (bei den geraden Kegeln von gleicher Länge) zu einem mittleren Punkte an- oder abſteigen, in welchem ſie ſämmtlich enden, und der ſenkrecht über oder unter dem Mitelpunkt der Kreisgrundfläche liegt. Die gerade Linie, die von lezterem Punkt zu erſterem führt, heißt die Axe des Kegels, ſo wie das jene Seitenlinien vereinende, über oder unter dem Kreisgrundflächen-Mittelpunkt ſenkrecht befindliche Punkt, die Spitze des Kegels. Dieſer heißt umgekehrt, wenn die Baſis (Grundfläche) nach oben, die Spitze hingegen nach unten gerichtet iſt, aufrecht hingegen, oder vielmehr ſchlechthin Kegel, wenn die Spitze die entgegengeſezte Stellung hat. Jeder ſenkrecht gegen die Axe, alſo parallel der Grundfläche, geführte Schnitt, ſchneidet eine Kreisfläche ab (die daher ein Kegelſchnitt iſt), die um ſo kleiner wird, je näher der Spitze man den Schnitt führt, und deren Halbmeſſer (Radii; oben S. 119 Anm.) ſich daher verhalten: wie die zwiſchen den Mittelpunkten ihrer Kreisfläche und der Kegelſpitze befindlichen Axentheile. Schnitte, welche ſchief gegen die Axe geführt werden, geben krumme Flächen, deren Umfangslinien von der Kreislinie mehr oder weniger weſentlich abweichen; hieher gehören unter andern die Ellipſe, die Parabel und die Hyperbel, deren Betrachtung weiterhin vorkommen wird. Ein Schnitt, der durch die Spitze und den Mittelpunkt der Baſis geht, gewährt ein rechtwinkliges Dreieck (Trigonus, Triangulum, Triangel), d. i. eine von drei Seiten eingeſchloſſene Figur; z. B. in Fig. 6 Taf. I. das Dreieck ABC, oder das größere LMN. Dieſe

Zeichen.	Wortlaut deſſelben.	Bedeutung deſſelben.	Erläuterung.
=|=|=	iſt parallel oder gleichlaufend.	Gleichlaufung der Linien; ſiehe unten die Anmerk. Alle Größen, die ſolche Lage haben, daß man von	Zwei Linien, welche nie, ſie mögen verlängert werden wie ſie wollen, ſich einander nähern, oder

Art Kegel werden übrigens gerade genannt, zum Unterſchied von den ſchiefen, in denen die Axe mit dem Grundflächen-Durchmeſſer keinen rechten, ſondern einen ſchiefen Winkel macht. Beim geraden Kegel iſt die Axe dem halben Durchmeſſer der Grundfläche gleich; macht aber der Durchſchnitt durch Spitze und Grundflächen-Mittelpunkt ein ſpitzwinkliges Dreieck, ſo iſt deſſen Axe größer, und macht jener Durchſchnitt ein ſtumpfwinkliges Dreieck, ſo iſt ſie kleiner als der halbe Durchmeſſer der Grundfläche. Zur Berechnung des Inhalts der Kegel legte Euklides (300 Jahre vor Chr. G.) den Grund, indem er darthat, daß dem Inhalt des Kegels der dritte Theil des Inhaltes eines Cylinders gleichkommt, der mit ihm einerlei Grundfläche und einerlei Höhe hat; eine Berechnung, der jedoch jene des Inhalts des Kreiſes vorangehen mußte, welche wir Archimedes (207 bis 212 Jahr v. Chr. G.) verdanken, der zuerſt zeigte, daß dieſer Inhalt, oder die Quadratur (d. i. Flächeninhalt) des Cirkels (richtiger des Kreiſes; denn Cirkel iſt das Geräth, mit dem man den Kreis zieht oder ſchlägt) gefunden ſei, wenn man das wahre Verhältniß des Durchmeſſers zum Umfange (zur Peripherie oder Circumferenz) kennt; oben S. 119 Anm. Das a. a. O. mitgetheilte Zahlenverhältniß beider Linien, wurde indeſſen von Archimedes minder genau, nämlich wie 7 zu 22 gefunden, was jedoch für große Kreiſe etwas zu viel ausgab. Sehr genau iſt jenes a. a. O. erwähnte Zahlenverhältniß, das ſehr mühſam gefunden wurde von Ludolph von Cöln (ſ. deſſen: De Circulo et adscriptis) und das daher auch die Ludolph'ſche Zahl genannt und durch π bezeichnet wird. Ludolph fand nämlich, daß, wenn man den Diameter des Kreiſes durch 100 000 000 000 000 000 000 000 00000 ausdrücke, die Peripherie nahe bei 314 159 265 358 979 323 846 264 338 327 95 ſei. Beim Rechnen nimmt man aber gewöhnlich, zur Meidung der großen Weitläufigkeit, nur die erſten drei Ziffern, die das Verhältniß wie 100 zu 314 genau genug ausdrücken. Als ſpäterhin Machin, ein engliſcher Mathematiker, der im Anfang des 18. Jahrhunderts als Profeſſor im Greshamiſchen Collegium zu London lehrte, nach jener Methode, welche Halley in den Philosophical-Transactions angegeben hatte (aus der Tangente — ſ. w. unten — von 30° die Peripherie, deren Diameter 1 iſt, für 100 Decimalſtellen zu berechnen) die Berechnung der Quadratur des Cirkels durchführte, gelangte er für die Peripherie zu einem Zahlenausdruck, der noch bis zur und mit der 42ten Zahl mit jener des Ludolph übereinſtimmte, und weiter hat es ſpäterhin auch nach manchen anderen in dieſer Hinſicht verſuchten Verfahren Niemand gebracht, ſo daß aller Wahrſcheinlichkeit gemäß eine durchaus erſchöpfende Beſtimmung der Quadratur des Cirkels für unmöglich erachtet werden darf. — Multiplicirt man die Kreisgrundfläche eines Kegels durch den dritten Theil ſeiner Höhe, ſo erhält man zum Produkt den Zahlenausdruck des Inhalts des Kegels. Führt man aus einem dem Spitzenpunkte des Kegels vergleichbaren Punkte eine gerade Linie nicht durch den Umfang einer krummlinig begrenzten, ſondern durch den einer von geraden Linien eingeſchloſſenen Fläche, ſo erhält man nicht einen Kegel, ſondern eine Spitzſäule oder Pyramide, deren Grundfläche die von jener Linie umſchriebene ebene Fläche iſt, die ſo viel Dreiecke als Seiten hat, und nach der Zahl dieſer Seiten eine 3, 4, 5, 6 ꝛc. ſeitige genannt wird. Zieht man in der Grundfläche irgend einer vielſeitigen Spitzſäule Geren, ſo läßt ſie ſich in lauter mindeſtſeitige, d. i. in dreiſeitige von gleicher Höhe zertheilen. Gleiches gilt auch in ſeiner Art von jedem Kegel, und ſind Kegel und Spitzſäule gleich hoch, und bieten ihre

Zeichen.	Wortlaut deſſelben.	Bedeutung deſſelben.	Erläuterung.
=|=|=	iſt parallel oder gleichlaufend.	der einen zu der andern, aus jedem Punkte derſelben, ſenkrechte Linien ziehen kann, die insge=	von einander entfernen, ſind einander parallel, z. B. zwei concentriſche Kreiſe, je zwei einander gegen=

Grundflächen gleichen Inhalt dar, ſo ſind ſie auch einander gleich. Denkt man ſich aber eine drei= vier= ꝛc. ſeitige, von geraden Linien eingeſchloſſene (ebene Fläche oder) Ebene, in einem ihrer Grenzpunkte an einer geraden Linie dergeſtalt aufwärts bewegt, daß die ebene geradlinig begrenzte Fläche nicht nur mit der geraden Anſteiglinie ſtets denſelben Winkel macht, ſondern zugleich auch jeder Theil des Umfangs der alſo bewegten Figur (d. i. geſchloſſen begrenzten Fläche) mit ſich ſelber parallel bleibt, ſo iſt der aus ſolcher Bewegung hervorgegangene mathematiſche oder geometriſche Körper (d. i. ein nur im Umriß vorhandener körperlicher Raum, oder ein Körper ohne Maſſe und ohne phyſiſchen Inhalt) eine Eckſäule, oder ein Prisma, die eine gerade oder ſenkrechte genannt wird, wenn jene Anſteiglinie mindeſtens auf zwei von den geraden Begrenzungslinien der Ebene der bewegten Figur ſenkrecht ſteht, hingegen ſchief, wenn ſie ſchief darauf geſtanden. Hiebei kann dann die Anſteiglinie entweder nur auf einer, oder auf beiden Linien der Ebene ſchief ſtehen, was in erſte= rem Falle das einfache ſchiefe, in lezterem das doppelt ſchiefe Prisma gibt. Vergl. m. Grundz. I. 60 ff. Jedes Prisma zeigt ſich von ſo viel Parallelo= grammen eingeſchloſſen, als die zu ſeiner Entſtehung erforderlich geweſene, bewegte Figur Seiten hat, und iſt außerdem noch unten und oben von zwei mit der bewegten Figur congruirenden und als ſolche ſich deckenden (oben S. 119 Anm.) Ebenen begrenzt; ſo daß mithin alle Schnitte, welche durch die Spitzſäule, ihrer Grund= oder ihrer Giebel= (d. i. oberen) Fläche parallel geführt werden, mitein= ander congruiren. War im obigen Falle die anſteigende Figur ſelbſt ein Parallelo= gramm, d. i. ein parallelſeitiges Viereck, ſo iſt das auf ſolche Weiſe ent= ſtehende Prisma nicht lediglich an den Seiten, ſondern überall, wo es Außenfläche darbietet, von Parallelogrammen, zuſammen von ſechs eingeſchloſſen, und erhält nun die Benennung Parallelepipedum, d. i. ein geometriſcher parallelo= grammatiſch begrenzter Körper, deſſen einander gegenüber ſtehende oder liegende Parallelogramme gleich und parallel ſind; phyſiſche Körper der Art ſtellen gemein= hin unſere Zimmer, Kammern, Kaſten, Mauern, Balken und Bretter dar. Senk= recht heißt das Parallelepipedum, wenn die Aufſteiglinie auf der bewegten Ebene ſenkrecht ſteht: rechtwinklig, wenn das bewegte Parallelogramm ein Rechteck war. Sind im leztern Falle ſtets die drei Dimenſionen gleich, ſo gibt dieſes einen von 6 gleichen Quadraten eingeſchloſſenen geometriſchen Körper, d. i. einen Würfel (Cubus), der alſo hervorgeht, wenn beim ſenkrechten Prisma die bewegte Figur ein Quadrat (d. i. eine von 4 gleich langen geraden Linien rechtwinklig begrenzte Ebene) und die Anſteiglinie der Seite ſolchen Quadrates gleich iſt. Sind hingegen nur zwei Dimen= ſionen gleich, die dritte aber kleiner oder größer, ſo erhält man unter ſonſt gleichen Bedingungen das rechtwinklige Parallelepipedum oder die gerade quadratiſche, und iſt keine der Dimenſionen der andern gleich, die gerade rectanguläre Säule. Jedes dreiſeitige Prisma läßt ſich in drei Pyramiden zerſchneiden, die alle gleichen Inhalt haben, und da nun jedes vielſeitige Prisma, mittelſt in ſeiner Grund= fläche gezogener Geren, ſich zertheilen läßt in gleich hohe dreiſeitige Prismen, ſo wird auch jede vielſeitige Pyramide als der dritte Theil eines Prisma, (und mithin auch jeder Kegel: als dritter Theil eines Cylinders; ſ. in dieſer Anm. oben) von gleicher Grundfläche und gleicher Höhe in Rechnung genommen werden können. Da ferner der Inhalt eines Cylinders, deſſen Durchmeſſer und Höhe dem Durchmeſſer einer Kugel gleich iſt, ſich zu dem Inhalte ſolcher Kugel verhält, wie

Zeichen.	Wortlaut deſſelben.	Bedeutung deſſelben.	Erläuterung.
−∣−∣− −∣−∣−	iſt parallel oder gleichlaufend.	ſammt einerlei Längen behalten, ſind parallel: z. B. in Fig. 4 Taf. I. die Linien A E und D B, ſo wie E B und A D, oder in Fig. 21 pu und ot ꝛc. — Unter Wechſelwinkel Anguli alterni begreift man jene Winkel, welche in einer Figur theils außen, theils innen einander entgegenliegen. (Um eine geradlinig begrenzte Figur hervorgehen zu machen, werden mindeſtens drei gerade Linien erfordert.)	überſtehende Seiten eines Parallelogramms ꝛc. Parallel-Linien ſind mithin Linien von überall gleicher Zwiſchenweite; werden ſie von einer dritten geraden durchſchnitten, ſo ſind nicht nur die auf die entgegengeſezten Seiten der Durchſchnittslinie fallenden Wechſelwinkel, ſondern auch je einer der äußeren Winkel dem entgegengeſezten inneren gleich, und ſo machen auch die beiden innern zuſammen 180°.
∟	iſt das Zeichen des Winkels.	z. B. ∟ x > ∟ y heißt: der Winkel x iſt größer als der Winkel y. Winkel heißt die gegenſeitige Neigung zweier, in einem Punkte, dem Scheitel, zuſammentreffenden Linien. Die Linien ſelbſt heißen die Schenkel des Winkels. Fernen dieſe, mittelſt eines Kreisbogens gemeſſen, um 90 Grad von einander, ſo iſt der Winkel ein rechter; fernen ſie nun mehr als	Vergl. oben S. 26 Bem. 3. Man mißt die Winkel durch den in 180° getheilten Bogen des Halbkreiſes (auf dem Papier mittelſt des Transporteurs), ſonſt beliebig auch mittelſt eines Cirkels, den man in der Spitze d. i. in dem Vereinigungspunkt des Winkels angeſezt, während man mit der andern Cirkelſpitze beide Schenkel ſchneidend, von dem einen zum andern, einen Bogen beſchreibt,

2 zu 3, und jede Kugel, ihrem Inhalte nach, einer Pyramide gleich iſt, deren Grundfläche der Kugelfläche und deren Höhe dem Halbmeſſer der Kugel gleichkommt, ſo läßt ſich umgekehrt auch der Inhalt einer Kugel dadurch finden, daß man deren bekannte Oberfläche als Grundfläche einer Pyramide betrachtet, welche ihm in dem ſo eben bemerkten Verhältniß gleichkommt, und dann mit dem dritten Theil des Halbmeſſers multiplicirt. — In Beziehung auf die Rundſäulen (Walzen, Wellen) oder Cylinder, oben S. 118 Anm., verdient hier nur noch bemerkt zu werden, daß ſie ähnliche ſind, wenn ihre Axen zu ihren Grundflächen-Durchmeſſern einerlei Verhältniß haben; Rundſäulen von gleicher Schiefe (ſchief iſt die Rundſäule, wenn ſie dadurch hervorgegangen: daß eine Kreisfläche, nicht wie bei den geraden, an einer ſenkrechten geraden Linie, ſondern an einer ſchiefen auf oder abſteigt; alſo an einer zum Horizonte mehr oder weniger geneigten) heißen jene, deren Axen gegen ihre Grundflächen unter gleichen Winkeln geneigt ſind.

Zeichen.	Wortlaut desſelben.	Bedeutung desſelben.	Erläuterung.
∟	iſt das Zeichen des *Winkels*.	90°, ſo iſt er ein ſtumpfer, ſchließen ſie hingegen einen weniger als 90° umſpannenden Bogen ein, ſo iſt er ein ſpitzer. Beträgt der Meſſungsbogen gerade 45°, ſo nennt man den Winkel einen *halben rechten*. Den gegenſeitigen Abſtand der beiden Schenkel eines *Winkels*, mithin die zwiſchen beiden Schenkeln fallende Meſſungs-Bogenweite, nennt man die *Oeffnung* des Winkels. *Vermiſchtlinig* heißt ein Winkel, der aus einer geraden und einer krummen Linie gebildet worden. Was der *Sehwinkel* (oben S. 109 Anm.) für die mit dem Auge erreichbaren irdiſchen Gegenſtände iſt, das iſt die *Parallaxe* oder *Nebenſicht* für ſehr entfernte, zumal aſtronomiſche Gegenſtände. Sehen nämlich zwei Perſonen durch ein Fernrohr gleichzeitig z. B. einen Stern, und meſſen ſie den Winkel, den die Richtungen ihrer Fernröhre einſchließen, wenn man ſich dieſelben als gerade Linien denkt, die aus der Verlängerung der beiden Axen beider Fernröhre bis zu dem Sterne hin hervorgingen, ſo werden	deſſen Verhältniß zum ganzen (in 360 getheilten) Kreiſe, man dann bemißt. *Ebene* Winkel ſind jene, welche durch zwei Linien gebildet werden, die in einer *Ebene* mit ihren Endpunkten zuſammentreffen. Zwei in einer Ebene gegebene Winkel, welche *einen* Schenkel gemein haben, während die beiden übrigen Schenkel beider Winkel, *eine* zuſammenhängende gerade Linie bilden — z. B. der eine gemeinſame Schenkel C E (in Fig. 22 der I. Tafel) der beiden *rechten* Winkel A C E und G C E, mit der beiden gemeinſamen geraden Linie A C G — heißen *Nebenwinkel*, während der gemeinſame, auf der geraden Linie *ſenkrechte* (oder *lothrechte*) Schenkel die Benennung *Perpendikel* erhält. In Fig. 11 Taf. I. ſind die Winkel a c B und a c A ebenfalls Nebenwinkel, der gemeinſchaftliche Schenkel ſteht aber nicht ſenkrecht gegen die zur geraden Linie verbundenen Schenkel B c und c A, ſondern *ſchief*, der eine iſt daher ein ſtumpfer, der andere aber ein *ſpitzer* Winkel. An mehrſeitigen (*poliedriſchen*) durch Ebenen begrenzten, *ſymmetri-*

dividirt durch a + b ſtatt $\frac{a^2 + 2ab + b2}{a + b}$, lieber $(a^2 + 2ab + b^2) : (a + b)$, um ſo mehr, da dieſe Schreib- (und Druck-) Weiſe ſowohl mehr Raum erſparen läßt, als ſich auch gefälliger ausnimmt; wie denn vorzüglich im Schrift-Druck einer der größern Theile einer Zeile in Raum-Verluſt geht, wenn man z. B. ſtatt

$$(ab + cx) : (m + n)$$

geſchrieben hatte $\frac{ab + cx.}{m + n}$.

Anfängern pflegen beim Rechnen mit Buchſtaben jene Fälle nicht auf den erſten Blick einzuleuchten, in welchen, in Folge der Gleichtheilung (Diviſion) einzelne Zahlen (einzelne Buchſtaben) gänzlich verſchwinden, während die übrigen unverändert verbleiben. Indeſſen wird die Nothwendigkeit ſolcher Zahlen-Tilgung ſogleich klar, wenn man den Inhalt der bei ſolchen Rechnungen gemachten Forderung ſich klar vorſtellt. Wenn man z. B. ſtatt a mit b zu multipliciren (alſo zu ſetzen ab; a. a. O.) a.b durch b, oder durch a dividiren ſoll, ſo heißt das nicht mehr und nicht weniger als: man ſoll, im erſten Falle b, im letztern a von ab hinwegnehmen; denn man ſoll ja ab um b mal oder um a mal geringer machen oder ſetzen, und wird ſo zum Gleichtheiling (Quotient) entweder $ab : a = b$, oder $ab : b = a$ ſie in der Wirklichkeit nicht aufzufinden vermochte; denn keine Größe gibt es, welche geradmalig mit ſich ſelber multiplicirt, eine negative Zahl gebe. Da es demnach unmöglich iſt: aus einer negativen Größe eine gerade, d. h. eine in ſich vollendete und abgeſchloſſene Wurzel zu ziehen, ſo war man allerdings genöthigt, dergleichen nur in der Einbildung mögliche Wurzeln, um ſie von den wirklich auffindbaren zu unterſcheiden, als imaginäre oder unmögliche zu bezeichnen. Indeſſen ſtößt man in allen jenen Fällen, in welchen die an eine vollendete Rechnung zu machende Forderung zu erfüllen unmöglich iſt, auf dergleichen aushelfende, eingebildete Größen, die jedoch, obgleich nur Formen, jeden Falls dadurch ſich als nicht nachtheilig bewähren müſſen, daß ſie, bei fortgeſezter Rechnung, auf keine unrichtige Folgerungen führen; denn ſie ſind nicht etwa als Folgen von Fehlern zu betrachten, welche ſich gegenſeitig ausgleichen, ſondern vielmehr als Größen, die aus richtigen Vorausſetzungen durch richtige Folgerungen abgeleitet wurden. Der nicht ſelten ausgezeichnete Nutzen, den ſie bei Rechnungen gewähren, iſt jenem ähnlich, welchen in der Naturlehre, Erdgeſtaltungs-Lehre oder Geologie ꝛc., gute Hypotheſen *) möglicher Weiſe

*) Das ſind: zwar mit gutem, obgleich nicht vollwichtigen Grunde erſchloſſene, aber noch nicht vollkommen „erwieſene" Vorausſetzungen; denn wären ſie erwieſen, ſo hätten ſie nicht den Werth einer umfaſſenden Anſicht, ſondern jenen höheren und höchſten einer durchaus und durchgängig, und daher jederzeit auch vollſtändig erweisbaren, „gründlichſt richtigen" Einſicht, d. i. einer allumfaſſenden Theorie; vergl. S. 3.

Zeichen.	Wortlaut desſelben.	Bedeutung desſelben.	Erläuterung.
∟	iſt das Zeichen des Winkels.	(alle bis zu ſeiner Zeit wahrgenommenen) weiter als der Mond von der Erde entfernt ſich bewegen. Vergl. m. Handb. der Meteorol. I. 2. Abth., wo man eine ausführliche, vergleich. Darſtellung der ganzen phyſiſchen Aſtronomie — insbeſondere: eine vergl., ausführliche Naturbeſchreibung der Weltkörper unſeres Sonnenſyſtems — findet.	Theile von einem Kryſtall oder von einem durch meßbare Winkel begrenzten Körper hinwegnehmen, entblößen dadurch neue Flächen, und ändern ſo die früher beſtandene Umgrenzungsform weſentlich ab. Ueber die ſolchen Weges entſtandenen Enteckungen und Entkantungen vergl. m. Grundz. I. 67 ff.
△	iſt das Zeichen des Dreiecks, d. i. eine von drei Seiten (Linien) eingeſchloſſene Figur. Ziehen wir aus dem Eck eines Dreiecks eine ſenkrechte Linie auf jene Seite, welche dieſem Eck gegenüber liegt, ſo gibt dieſe Seite die Grundlinie, und jene aufſiegezogene Linie die Höhe	z. B. △ A B C ∽ △ D E F heißt: das Dreieck A B C iſt ähnlich dem Dreieck D E F. Hat ein Dreieck drei gleich lange Seiten, ſo iſt es ein gleichſeitiges, ſind nur zwei ſeiner Seiten gleich lang, ſo iſt es gleichſchenklig, und iſt keine Seite der andern in Länge gleich, ſo iſt es ein ungleichſeitiges. Schließt es einen rechten Winkel ein (wie z. B. das Dreieck A B C bei C in Fig. 5 Taf. I.), ſo heißt es rechtwinklig; ſchließt es einen ſtumpfen Winkel ein (z. B. OST in Fig. 2), ſo iſt es ein ſtumpfwinkliges, und werden von ihm nur ſpitze Winkel eingeſchloſſen (z. B. a b S in Fig. 13 Taf. I.) ſo wird es ein ſpitzwinkliges genannt. Ein Dreieck iſt die Hälfte eines Parallelogramms,	Wird das Wort Dreieck ohne weiteren beſchreibenden Zuſatz gebraucht, ſo iſt dabei ſtillſchweigend vorausgeſezt, daß es von drei geraden Linien eingeſchloſſen iſt. Die in einem rechtwinkligen Dreieck dem rechten Winkel gegenüberſtehende Seite, als ſolche die größte, heißt Hypothenuſe (z. B. B A in Fig. 5 Taf. I.). Sie wurde von Pythagorus (550 v. Chr. G.) zuerſt nachgewieſen, und von Euklides ward dann erwieſen, daß ſie mit ſich ſelber multiplicirt, oder ihr Quadrat genau ſo groß ſei, als die Quadrate der beiden übrigen Seiten (in Fig. 5 Taf. I. alſo die von B C und C A) zuſammengenommen. Des großen Nutzen wegen, welcher dieſer Lehrſatz ſowohl der Geometrie, als der ganzen Mathematik brach-

Zeichen.	Wortlaut deſſelben.	Bedeutung deſſelben.	Erläuterung.
△	des Dreiecks. Auf gleiche Weiſe erhält man auch die Grundlinie eines Parallelogramms, wenn man aus einem Punkt der Seite eines Parallelogramms eine ſenkrechte Linie auf die ſolcher Seite gegenüber befindliche Seite fällt; dieſe Linie heißt dann die Höhe, während die von ihr getroffene Seite die Grundlinie genannt wird.	wenn es gleiche Grundlinie und Höhe mit ihm hat. Im gleichſeitigen Dreieck ſind alle Winkel gleich, im gleichſchenkligen ſind die Winkel an der dritten oder Grundlinie einander gleich. Gerade Linien, wie Winkel, ſollen ſie gleich ſein, ſo müſſen ſie einander wechſelſeitig decken: Figuren werden ſolches nur dann zulaſſen, wenn ihnen außer der Gleichheit auch Aehnlichkeit zukommt; in dieſem Falle heißen ſie congruent. Sind in zwei Dreiecken alle drei Seiten einander gleich, ſo congruiren die Dreiecke. In gleichen Dreiecken ſtehen gleichen Seiten gleiche Winkel, und gleichen Winkeln gleiche Seiten entgegen; die Verſchiedenheit der Lage eines Dreiecks ändert an ſeinen ſonſtigen Beſchaffenheiten nichts. Jene Linie, welche in einem gleichſchenkligen Dreieck den zwiſchen den Schenkeln eingeſchloſſenen Winkel und die dieſem Winkel entgegenſtehende Grundlinie hälftet, iſt einerlei mit der aus der Spitze des Winkels auf die Grundlinie fällbaren Lothrechte oder dem Perpendikel (oben S. 614 vierte Spalte).	te, erhielt er die Benennung Magister Matheseos; ſonſt aber heißt er insgemein der pythagoriſche Lehrſatz. Regulär iſt ein Vieleck (Polygonum d. i. ein von mehr als vier geraden Linien eingeſchloſſener Raum) wenn ſowohl ſeine ſämmtlichen Seiten als auch ſeine Winkel einander gleich ſind; Gleichheit der Seiten verbunden mit Ungleichheit der Winkel, oder umgekehrt: Gleichheit der Winkel neben Ungleichheit der Seiten, und ebenſo auch Ungleichheit der Winkel und der Seiten gewährt, irreguläre Vielecke. Dieſe Erklärung angewandt auf das gleichſeitige Dreieck, läßt von dieſem ausſagen: daß es zu den regulären Figuren gehöre. — In jedem Dreieck betragen übrigens ſtets 2 Winkel zuſammen weniger als 180°; mithin kann ein Dreieck nicht mehr als einen rechten Winkel enthalten, denn enthielt es deren zwei, ſo betrügen dieſe allein ſchon 180°; aus gleichem Grunde kann es auch nicht mehr als einen ſtumpfen Winkel einſchließen; enthält daher ein Dreieck einen rechten, oder ſtatt deſſen einen ſtumpfen Winkel, ſo müſſen die andern beiden Winkel ſpitze ſein.

hingegen Minus; d. h. haben Zertheiling (Dividendus) und Gleichtheiler (Divisor) gleiche Zeichen (iſt jeder derſelben eine bejahende, oder jeder eine verneinende Zahl), ſo iſt der Gleichtheiling (Quotient) plus, iſt aber der erſtere eine Plus-, der letztere eine Minus-Größe, oder umgekehrt, ſo iſt der Getheiling minus. Noch ſteht Folgendes zu bemerken: *α*) kommen bei der Gleichtheilung Ziffern und Buchſtaben in ſolchen Verhältniſſen vor, daß die zum Zertheiling gehörige Ziffer durch die zum Gleichtheiler gehörige nicht theilbar erſcheint, ſo wird, ſtatt des Getheilings, blos zur Anzeige gebracht: was nach der Entgegnungs-Ausgleichung verbleibt; z. B. wenn 5 a a b x durch 3 b x gegleichtheilt werden ſoll, ſo ſetzt man, da nur b x im Zertheiling gegen b x im Gleichtheiler wegfällt und 5 durch 3 nicht theilbar iſt,*) nur $\frac{5aa}{3}$; d. h. man zeigt an, was zu geſchehen übrig bleibt. In gleicher Weiſe macht man daher hievon auch Gebrauch, in Fällen, in welchen ſich *einfache* Größen wirklich nicht gleichtheilen laſſen, was z. B. eintritt bei der Forderung 5 a durch 3 b zu dividiren, wo man dann auch nur ſetzen die betrachtende Unterſuchung gefundene *Verhältniß* ein *arithmetiſches*, oder: um wie viel mal ſolcher Größen Verſchiedenheit ſtatt habe, und in dieſem Falle nennt man es ein geometriſches, oder (auch nur ſchlechthin) ein *Verhältniß*; bei der erſteren Art faßt man den Größen-*Unterſchied* oder die *Differenz*, bei der lezteren das mögliche beſtimmtmalige Vorhandenſein der einen Größe in der anderen ins Auge, wobei jene Größe, welche anzeigt: wie viel mal die eine in der andern möglicher Weiſe vorkommt, der *Exponent* des Verhältniſſes genannt wird, was, wo zwei ſolche Verhältniſſe gegeben ſind, die einen gleichen Exponenten haben (mithin gleich ſind), eine geometriſche Proportion gewährt; während bei dem arithmetiſchen Verhältniß jene Zahl, welche die Größe der Verſchiedenheit beider Größen angibt, auch der Benenner oder *Denominator* genannt zu werden pflegt.**) Bei den *arithmetiſchen* Verhältniſſen ſteht zu unterſcheiden a) die *große* Zahl, b) die *kleine* Zahl und c) der Unterſchied oder die *Differenz* beider; nennt man erſtere a, die andere b, und leztere d, ſo iſt klar, daß a = b + d, b

---

metiſche Verhältniß durch das Wieviel der überwiegenden Größe a und der kleineren b ausgedrückt wird; wie denn überhaupt in dem a — b der *allgemeinſte Ausdruck* des arithmetiſchen Verhältniſſes vorliegt.

*) Während z. B. — 6 a a b c x dividirt durch — 3 a a x zum Quotienten + 2 b c; 8 a c c x dividirt durch 4 c x, weil c x ſich aufheben, 2 a c und + a gegleichtheilt durch — a zum Quotienten — 1 und ebenſo — a durch — a dividirt + 1 gibt. Desgleichen iſt auch — 8 gegleichtheilt durch — 8 = + 1 und 8 dividirt durch — 8 = — 1.

**) Deſſen naturgemäßeſte Bezeichnung mithin das der Diviſion oder des Bruches z. B. $\frac{a}{b}$ iſt.

kann $\frac{5\,a}{3\,b}$; β) wann zuſammengeſezte Größen durch einfache gegleichtheilt werden ſollen, ſo ordnet man die Glieder des Dividend nach den Buchſtaben des Diviſors und ſezt jene Glieder des Zertheilings zuerſt, welche, Falls der Gleichtheiler aus mehr als einem Buchſtaben beſteht, die meiſten Buchſtaben deſſelben enthalten, z. B. 4 a b c — 16 c d a : 2 a; d. h. alſo: dividire die ganze zuſammengeſezte Größe, Glied derſelben für Glied, nacheinander durch 2 a, was zum Quotienten gibt a b c — 8 d c *) und, verkürzt geſchrieben, ſich in Form von (b — 4 d) 2 c darſtellt; γ) Schwieriger wird auf den erſten Blick die Entſcheidung, ob die eine Größe ſich durch die andere gleichtheilen läßt, wenn beide, Dividend und Diviſor zuſammengeſezte

hingegen = a — d und d = a — b iſt; kennt man daher zwei dieſer Verhältniſſe, ſo läßt ſich daraus auch das dritte beſtimmen (eine Beſtimmungsweiſe, welche in anderer Form verwendet, beiläufig ſei es bemerkt, der ganzen Stöchiometrie oder Meſſung chemiſcher Wirkungs-Größen, zunächſt der Grundſtoffe oder Elemente — S. 6 — zum Grunde liegt, und welche unter andern auch daran erinnert: daß, wenn in irgend einem Dreieck — S. 616 †) 2 Winkel gegeben ſind, ſich der dritte ſtets findet, wenn man die Summen der gegebenen von 180° abzieht, und daß, Falls nur die Größe eines der Winkel bekannt iſt, die Summe der übrigen gefunden wird, wenn man den gegebenen von 180° in Abzug bringt). **) Folgende Beiſpiele mögen die Natur jeder dieſer

*) Gemäß folgender Stellung der Aufgabe:

```
     4abc—16cda | 2bc—8dc
2a)  4abc       |
     ----------
        —16cda
        —16cda
        ------
           0
```

Indem ich mit 2a in 4abc dividire, erhalte ich zum Quotienten 2bc mit dem + Zeichen; a im Dividend und im Diviſor heben ſich auf. Jezt, wie bei der Ziffern-Diviſion, den Quotienten mit dem Diviſor multiplicirt, alſo 2bc mit 2a, gibt 4abc, die unter den Dividend (4abc) geſchrieben werden, und die, von einander abgezogen, aufgehen. Rückt man nun das folgende Glied (— 16cda) herunter und dividirt es durch 2a, ſo erhält man — 8cd (da auch hier die beiden a, das des Dividend und jenes des Diviſors ſich aufheben). Multiplicirt man hierauf auch dieſen Quotienten mit dem Diviſor, alſo — 8cd mit 2a, ſo erhält man — 16adc, das unter den Dividend — 16adc geſezt und von demſelben abgezogen, zur Aufhebung beider Größen führt, und als Quotient verbleibt lediglich abc — 8dc.

†) Vergl. S. 617. In jedem Dreieck iſt übrigens die Summe zweier Seiten ſtets größer und beider Größen-Unterſchied ſtets kleiner als die dritte Seite; denn es entſprechen die Größen der Winkel jene der ihnen entgegenſtehenden Seiten. In einem rechtwinkligen Dreieck iſt mithin jede Lothrechte kleiner als die Hypothenuſe oder Rechtwinkel-Gegenſeite; oben S. 616 ff.

**) Während man alſo bei dem arithmetiſchen Verhältniß durch Vergleichung ermittelt: wie viel Einheiten in dem einen Gliede mehr zugegen ſind, als in dem andern, nimmt man bei dem geometriſchen das eine der beiden Glieder ſelbſt zum Maaßſtab, indem man die Frage beantwortet: wie viel mal es in dem andern, oder welcher Theil von ihm in dem andern enthalten iſt? Es kommt aber bei jedem Verhältniß nicht auf die Größen ſelbſt, ſondern nur auf die Größe (auf den Werth) ihrer Verſchiedenheit an.

Größen ſind. Es ſei z. B. aaaa + 8baaa + 8bbba + 12bbaa + bbbb zu dividiren durch aa + bb + 4ba, ſo fällt ſogleich in die Augen, daß b die am häufigſten gegebene Zahl iſt, und mithin, ſo wohl im Diviſor, als Dividend nach ſeinen Potenzen zu ordnen ſteht, wie folgt: bbbb + 8bbba + 12bbaa + 8baaa + aaaa : bb + 4ba + aa; man dividirt nun das erſte Glied des Dividendus durch das erſte des Diviſors, gebe dem Quotienten das zugehörige Zeichen, multiplicire dann (um zu erfahren: was noch vom Dividend übrig bleibt) dieſen Theil des geſammten Quotienten mit allen Gliedern des Diviſors, ſetze den hieraus erwachſenden Quotienten unter den Dividendus, ziehe ihn ab, ſetze den Reſt unter den Strich, und dividire nun das erſte Glied dieſes Reſtes wieder durch das erſte des Diviſors, wodurch man wieder das zweite Glied des Quotienten erhält, mit dem man dann verfährt, wie zuvor, und ſo fort, bis endlich alles aufgeht; was übrigens nur eintreten kann; wenn der Dividendus ein ganzzahliges Vielfaches des Diviſors iſt. — Vermag man, nach der Multiplication eines Gliedes des Quotienten mit allen Gliedern des Diviſors, alle Glieder des (auf ſolche Weiſe gewonnenen) Products nicht von allen Gliedern des Dividend abzuziehen, weil einige Verhältniß-Arten erläutern. Erwägt man, indem man 4 und 12 vergleicht, daß in 12 8 Einheiten mehr vorkommen, als in 4, ſo betrachtet man beide Zahlengrößen *arithmetiſch*, berückſichtigt man aber, daß 4 in 12 dreimal enthalten iſt, ſo faßt man beide Größen im *geometriſchen* Verhältniſſe auf. Oder mit der Kürze der Zeichenſprache ausgedrückt 12 — 4 und 12 : 4. Letzteres wird nicht verändert, wenn man beide Glieder durch einerlei Zahl multiplicirt oder dividirt; $12 : 4 = 2 . 12 : 2 . 4 = \frac{12}{2} : \frac{4}{2}$ Zwei Verhältniſſe, die einerlei dritten gleichen, ſind auch einander ſelbſt gleich; 2 : 3 = 4 : 6 und 8 : 12 = 4 : 6, mithin 2 : 3 = 8 : 12. Sind die Zahlengrößen *Brüche* (*ächte* oder *unächte* *)) ſo läßt ſich ihr Verhältniß durch ein Paar ganze Zahlen ausdrücken, und haben ſie gleiche *Nenner* (d. i. ſind ihre Diviſoren gleich) ſo gewähren ihre *Zähler* (oder Dividende, die als ſolche *zählen* oder angeben, wie viele von denen durch den Nenner bezeichnete Nenn-Theilen in dem Bruche vorkommen **)) ſelbſt die geſuchten *Verhältnißzahlen*, ſind jene aber ungleich, ſo muß man ſie, um zu den Verhältnißzahlen zu gelangen, unter gleiche Benennung (unter gleiche Nenner) bringen; nach den bekann-

*) Bekanntlich unterſcheidet man *ächte* von *unächten* Brüchen; in erſteren iſt der Gleichtheiler oder Diviſor *größer* als der Dividend (der Quotient mithin ſtets weniger als 1), in lezteren hingegen *kleiner* (der Quotient daher immer größer als 1); z. B. 3/4 und 4/3. Brüche, in denen der Diviſor und Dividendus *gleiche* Größe haben, ſind = 1.

**) Im Deutſchen drücken wir das Verhältniß der Glieder des Bruches durch die Silbe tel aus, z. B. 2/5 durch Zwei-Fünf-*tel*, aber auch $\frac{a}{b}$ durch $\frac{a}{b}$-tel.

derſelben nicht gleichgeartet ſind, ſo ſezt man ſolche ungleichartige Glieder mit veränderten Zeichen zum neuen Dividend herunter, was dann (in ſeiner Wirkung) der unmöglich gewordenen Abziehung gleichkommt; gemäß der für alle Abziehungs-Fälle geltenden Regel: verwandle die Größen-Zeichen des Abziehers (Subtrahendus) in die entgegengeſezten und addire nun, ſtatt zu ſubtrahiren;*) δ) geht aber nach allen wiederholten Gleichtheilungen dennoch nicht Alles gegeneinander auf, ſo fügt man den Reſt dem Quotienten bei, unter denſelben (wie beim Ziffern-Rechnen) **) den Diviſor ſetzend; um ſo anzuzeigen: daß dieſer unauflöslich befundene Reſt noch hätte ſollen gegleichtheilt werden. Es ſei z. B. der Reſt 3 b c, der Gleichtheiler a — b, ſo würde man dem Quotienten den Bruch $\frac{3\,b\,c}{a - b}$ beizuſetzen haben; ε) um Potenzen (S. 620 — 621 Spalte rechts) von einerlei Größe oder von derſelben Benennung durcheinander zu ten Verfahren, wie nachſtehende Beiſpiele darthun:

$$\frac{3}{4} : \frac{2}{3} = \frac{9}{12} : \frac{8}{12} = 9 : 8$$

$$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{ad}{bd} : \frac{cb}{bd} = ad : cb$$

und ſich dadurch beweiſen läßt, daß, wenn man die gleichen Nenner wegläßt, es ebenſo viel iſt: als wären ſie mit einerlei Zahl (nemlich mit jener des gemeinſamen Nenners) multiplicirt worden. Am ſicherſten bringt man verſchiedene Brüche unter einerlei Nenner, wenn man jedes Bruches Zähler und Nenner mit dem Nenner der übrigen (alſo aller) multiplicirt; $\frac{a}{c}$ und $\frac{b}{d}$ unter einerlei Nenner gebracht, iſt $\frac{a\,.\,d}{c\,.\,d}$ und $\frac{b\,.\,c}{d\,.\,b}$. War ſolche Gleichnennung vollzogen, ſo iſt jener von den alſo vereinten Brüchen der größte, der den größten Zähler hat. Als ferneres Beiſpiel noch folgendes: $\frac{a}{d} + \frac{b}{e} + \frac{c}{f} = \frac{aef}{def}\ \frac{bdf}{cdf}\ \frac{cde}{fde}$. Es zeigen dieſe Beiſpiele, daß Brüche, welche nur aus Buchſtaben, oder aus Buchſtaben und Zahlen beſtehen, ſich nur zu kleineren Benennungen bringen laſſen, wenn in den Zählern und Nennern gleiche Buchſtaben vorkommen, oder in beiden Zahlen gegeben erſcheinen, für welche ſich ein gemeinſchaftliches Maaß finden läßt, oder wenn beides ſtatt hat; denn auch hier gilt die Regel: Zähler und Nenner mit einerlei Größe gegleichtheilt, ändert den Bruch nicht; $\frac{8ab : 4}{16c : 4} = \frac{ab}{2c}$; $\frac{a^2 b}{a^3} =$

*) a) Minuendus 5 a — 7 b + 9 c
Subtrahendus — 6 a + 3 b + 8 c
+ — —
11 a — 10 b + c

b) 7 b + 5 c — 6 d + 3 e — f
4 b + 8 c — 7 d — 5 e + 3 f
— — + + —
3 b — 3 c + d + 8 e — 4 f

c) 13 a — 11 c + 15 d
9 a — 16 c — 8 d
— + +
4 a + 5 c + 23 d

**) Z. B. 5 | 2½
(2)
4
—
1

dividiren, hat man ihre Exponenten von einander zu ſubtrahiren; ſ. S. 621 Spalte 4; $b^8 : b^2 = \frac{b^8}{b^2} = b^{8-2} = b^6$; ſind aber die Größen nicht von derſelben Benennung, ſo iſt die Regel unſtatthaft und a m : b n, z. B. kann nur bezeichnet werden durch $\frac{a\ m}{b\ n}$. Iſt, wenn man (jener Regel gemäß) den einen Exponenten von dem andern der gleichnamigen Potenzen abziehen will, der des Diviſors größer als der des Dividend, ſo wird der Exponent des Quotienten nothwendig negativ; denn iſt z. B. in der Forderung $a^m : a^n$ n größer als m, ſo wird m — n nothwendig zur verneinenden Größe; $a^7 : a^9$ iſt $= a^{7-9} = a^{-2}$; ζ) wie ſich gegebene Potenzen zu geforderten höheren (durch Multiplication ihres Exponenten mit der geforderten Erhöhungszahl, oder mit dem Grade der Potenz) erheben laſſen — S. 621 — 622 Spalte rechts — ſo laſſen ſie ſich umgekehrt auch erniedern und auf die Wurzel zurück- $\frac{a^2 b : a^3}{a \quad : a^2} = \frac{b}{a}$ und $\frac{9\ a\ b^2}{12\ b^3} = \frac{9\ a\ b^2 : 3\ b^2}{12\ b^2 : 3\ b^2} = \frac{3\ a}{4.}$ Zwei Brüche, welche einerlei Zähler haben, verhalten ſich verkehrt wie ihre Nenner; $\frac{a}{b} : \frac{a}{c} = \frac{a\ c}{b\ c} : \frac{a\ b}{b\ c} = a\ c : a\ b = c : b$.*) Noch unterſcheidet man rationale und irrationale Verhältniſſe, zu erſteren jene zählend, in welchen der Denominator und der Exponent eine Rationalzahl oder eine Irrationalzahl iſt; Beiſpiele der erſteren liegen bereits vor, hinſichtlich der lezteren iſt $4 - \sqrt{12}$ ein arithmetiſches und $4 : \sqrt{12}$ ein geometriſches Irrational-Verhältniß. Leztere Verhältnißart läßt ſich der erſteren dadurch mehr und mehr näher bringen, daß man die Irrationalzahl durch Näherung ausdrückt; da z. B. $\sqrt{12} = 3.46 \ldots$, ſo iſt in dem Verhältniß $4 : \sqrt{12}$ der Exponent $= \frac{3}{4}$; näher $\frac{3 \cdot 4}{4}$ und noch näher $: \frac{3{,}46}{4} = 0{,}865 \ldots$ Uebrigens

*) Je nachdem beide Glieder des Verhältniſſes einander gleich oder ungleich ſind, theilte man auch wohl die Verhältniſſe in die der Gleichheit und der Ungleichheit, leztere wieder in Verhältniſſe der größeren und der kleineren Ungleichheit ſondernd, je nachdem das größere oder das kleinere Glied das vorhergehende darſtellt. Uebrigens iſt „Verhältniß der Gleichheit" und „gleiche Verhältniſſe" nicht einerlei; denn leztere ſind ſtets vorhanden, wenn zwei arithmetiſche Verhältniſſe einerlei Benenner (Denominatoren), oder wenn zwei geometriſche einerlei Exponenten haben. Bezeichnet a das erſte, a + d das folgende Glied und d den Benenner (denominator), ſo iſt Nachſtehendes ein in der mathematiſchen Zeichenſprache entworfener Ausdruck deſſen, was arithmethiſche Verhältniſſe ſagen wollen; a — a + d; a + d iſt die Summe des vorhergehenden Gliedes und des Benenners, und ſoll das nachfolgende Glied kleiner als das vorhergehende ſein, ſo hat man nur d negativ zu ſetzen. Es bezeichne ferner in a : a e das a wieder das vorhergehende und a e das nachfolgende Glied, e aber den Exponenten, ſo iſt hiedurch das geometriſche Verhältniß in ſeiner Allgemeinheit dargeſtellt.

führen durch Diviſion ihrer Exponenten, und die Regel, nach welcher ſolchen Weges die Wurzel ſolcher erhöhten Potenz gefunden wird, lautet: dividire den Exponenten der Potenz mit dem gegebenen der Wurzel, ſo iſt der dadurch entwickelte Quotienten-Exponent die geforderte Wurzel. Z. B. von a^6 iſt die $\sqrt[6]{} = a^{6/6} = a^1 = a$;

$$\sqrt{a^6} = a^{6/2} = a^3$$
$$\sqrt[4]{a^4} = a^{4/4} = a$$
$$\sqrt[2]{a} = a^{1/2}.$$

Sezt man hiebei den Exponenten der Wurzel unter den der Potenz, ſo läßt man das Wurzelzeichen ($\sqrt{}$) weg, und alſo verfährt man auch in Fällen, in welchen ſich der Exponent wirklich nicht gleichtheilen läßt; z. B. $\sqrt[7]{x^5} = x^{5/7}$, und $\sqrt[m]{x^r} = \frac{r}{x^m}$; aber auch bei der Ausziehung der Wurzel aus Größen, welche durch Multiplication verbunden worden, kommt jene Regel in Anwendung, nur muß man in dieſem Falle die Wurzel aus jeder Einzel-Größe ziehen, weil es denkbar iſt, daß der Exponent von jeder einzelnen Größe durch Multiplication hervorgegangen ſei; η) um verſchiedene Brüche unter einerlei Nenner zu bringen (ſ. S. 633, Spalte rechts), multiplicirt oder dividirt man bekanntlich die Zähler, wie die Nenner mit einer paſſenden ganzen Zahl, und erhält ſo (am ſicherſten: wenn man jedes Bruches Zähler und Nenner mit dem Nenner des anderen Bruches, oder, wenn deren mehrere ſind, aller andern multiplicirt) in der hiedurch gewonnenen Zahl für zwei Brüche das größte gemeinſchaftliche Maaß; ſchließt der Irrational-Werth zweier Zahlen die Möglichkeit eines zwiſchen ihnen beſtehenden Rational-Verhältniſſes nicht aus; denn z. B. der Exponent von $4\sqrt{12} : 8\sqrt{12}$ iſt $= 2$. Zuſammengeſezte Verhältniſſe werden jene genannt, welche Producte zu Gliedern haben, und ſind ſie aus den Verhältniſſen ihrer Factoren zuſammengeſezt, ſo werden ſie auch dieſem Beſtande gemäß bezeichnet; wie denn z. B. die Verhältniſſe $a : b$ und $c : d$ ein ſolches, aus dem Verhältniß ſeiner Factoren zuſammengeſeztes (Geſammt-) Verhältniß darſtellen, das, wenn in ſeinen Grundverhältniſſen ein folgendes Glied in dem einen und ein vorhergehendes in dem andern gleichwerthig ſind, aus den übrigen, nicht einerlei ſeienden Gliedern zuſammengeſezt hervortritt; wie denn z. B.

$$\begin{array}{c} a : b \\ \underline{b : c} \\ ab : cb = a : c \end{array}$$

oder

$$\begin{array}{c} 1 : 2 \\ \underline{2 : 3} \\ 1 : 3 \end{array}.$$

Sind die einzelnen oder Grund-Verhältniſſe eines zuſammengeſezten Verhältniſſes, weil ſie einerlei Exponenten haben, einander gleich, ſo iſt das daraus beſtehende zuſammengeſezte oder Geſammt-Verhältniß ein vervielfältigtes; ein verdoppeltes oder Gezweit-Verhältniß, wenn es aus zwei, ein Gedritt-Verhältniß, wenn es aus drei gleichen Grund-Verhältniſſen beſteht (ratio duplicata und r. triplicata). Iſt im obigen Falle $a = 1$, b hingegen die Bezeichnung einer Quadratwurzel, und $\frac{a - b}{b - c}$, ſo iſt c

Zeichen.	Wortlaut desſelben.	Bedeutung desſelben.	Erläuterung.
$\sqrt{}$	**Wurzelzeichen.**	24) $\sqrt{}$ 256 = 16 25) — 4096 = 64 26) — 61009 = 247 27) — 582169 = 763 28) — 956484 = 978 29) — 25836889 = 5083 30) — 57198969 = 7563 31) — 236144689 = 15367 32) — 1607448649 = 40093 33) — 780811249 = 27943 34) — 1420913025 = 37695 35) — 41605800625 = 203975 36) — 12088868379025 = 3476905 37) — 48303584206084 = 6950078 38) — 285970396644 = 534762 1) $\sqrt[3]{}$ $^1/_8$ (oder von 0,125) = $^1/_2$ 2) — $^{27}/_{64}$ = $^3/_4$ 3) — $^{343}/_{512}$ = $^7/_8$ 4) — $^2/_3$ = 0,87358 .... 5) — $^5/_6$ = 0,94103 .... 6) — $^5/_{14}$ = 0,70949 .... 7) — $^{729}/_{125}$ = $^9/_5$ 8) — $3^4/_5$ (oder 3,8) = 1,56049.... 9) — 5,8 = 1,79670 .... 10) — 12 = 2,28942 .... 11) — $15^2/_3$ = 2,50222 .. 12) — 28,25 = 3,04559 .... 13) — 82 = 4,34448 .... 14) — 102,875 = 4,68565 .... 15) — 267 = 6,43927 .... 16) — 551 = 8,19817 .... 17) — 687 = 8,82373 .... 18) — 12167 = 23 19) — 405224 = 74 20) — 884736 = 96 21) — 1191016 = 106 22) — 2460375 = 135 23) — 8000000 = 200 24) — 11089567 = 223 25) — 17173512 = 258 26) — 40353607 = 343 27) — 49836032 = 368 28) — 64481201 = 401 29) — 74088000 = 420 30) — 318611987 = 683 31) — 340068392 = 698 32) — 343000000 = 700 Folgende Beiſpiele mögen zur Erläuterung hieher	von denen dabei vorkommenden **quantitativen** oder **Mengen-Verhältniſſen**, ſondern von der **Entgegnungsartung** oder Qualität dieſer Verhältniſſe; d. h. es genügt hier nicht nur zu wiſſen: wie oft der eine Factor im Produkt vorhanden ſei, ſondern in welcher **Wirkungsweiſe** (ob in der bejahenden, d. i. **poſitiven**, oder in der verneinden, d. i. **negativen**) ſich dabei jedes der Wirkenden d. i. jeder der **Factoren** zu bethätigen habe? Und es reicht daher bei der Multiplication zweier Zahlen nicht hin, zu beſtimmen, wie oft in dem Produkt die (gewöhnlich als Maaß aller Zahlen angenommene) poſitive Einheit des einen der Factoren enthalten ſei, ſondern man muß auch wiſſen: **wie** ſie darin vorkommt? In dem Produkt 48 iſt z. B. 6 immer 8 mal zugegen, gleichviel ob man das Produkt, und ebenſo den Factor 6 poſitiv oder negativ nimmt; denn + 48 dividirt durch + 6 oder, ſtatt deſſen, durch — 6, gibt zum Quotienten ſtets 8, und ebenſo — 48, und es bleiben hier die **quantitativen** Verhältniſſe, das ſind die der Menge fort-

gehöriger Buchſtabenrechnungen dienen:

Wurzeln aus einfachen Buchſtaben-Ausdrücken.

1) $\sqrt[m]{a^{mn}} = a^n$

2) $\sqrt[m]{a^{-mn}} = a^{-n}$

Quadrat-Wurzeln aus zuſammengeſezten Buchſtaben-Ausdrücken.

1) $\sqrt{(a^2 + 2ab + b^2)} = a + b$

2) $\sqrt{[a^2 - 2ab + b^2]} = a - b$

3) $\sqrt{(a^2 - ab + \frac{b}{4})} = a \frac{b}{2}$

4) $\sqrt{(x^2 + 2x + 1)} = x + 1$

5) $\sqrt{(a^2 + 2ab + 2ac + b^2 + 2bc + c2)} = a + b + c.$

Cubic-Wurzeln aus zuſammengeſezten Buchſtaben-Ausdrücken.

1) $\sqrt[3]{(a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3)} = a + b$

2) $\sqrt[3]{(a^3 + 3a^2b + 3ab^2 - b^3)} = a - b$

3) $\sqrt[3]{(x^3 + 6x^2 + 12x + 8)} = x + 2$

In der Buchſtaben-Rechnung Ungeübte werden den Sinn dieſer Regeln (Formeln) leicht finden, wenn ſie in den erſten beiden Formeln für a die Zahlen 2, 3, 4, 5 ꝛc. nehmen und $x = 1$ ſetzen, für die 3. Formel aber $x = 1/2.\ 1/3.\ 1/4.\ 1/5$ gelten laſſen. In älteren Schriften findet man ſtatt $\sqrt{a^2}$ oder $\sqrt{a^3}$ auch $\sqrt{aa}$, $\sqrt{aaa}$, und ſtatt $\sqrt[3]{\ }$ nicht ſelten Rc oder R Wie ſchon ehemals, ſo auch jezt, bezeichnet man übrigens **gegebene**, alſo **bekannte** Größen mit den Anfangs-Buchſtaben des Alphabets (a, b, c, d etc.) die zu **findenden** oder **unbekannten**, hingegen mit den dauernd dieſelben, hingegen keineswegs die **qualitativen**, d. h. jene der Artung, oder vielmehr Segnungs-Artung. Folgendes Beiſpiel möge dazu dienen, die in dieſer Hinſicht nothwendig bekannten Wirkungswerthe von der wahren **Null-Potenz** und der **Potenz mit negativen Größen** zu erläutern. Es iſt

$4839,792 = 4 \cdot 10^{+3} + 8 \cdot 10^{+2} + 3 \cdot 10^{+1} + 9 \cdot 10^0 + 7 \cdot 10^{-1} + 9 \cdot 10^{-2} + 2 \cdot 10^{-3}$ (nemlich .

4 mal 1000 = 4000 +
8 „ 100 = 800 +
3 „ 10 = 30 +
9 „ 1 = 9

4839,

+ 7 mal 0,1 = 0,7
+ 9 „ 0,01 = 0,09
+ 2 „ 0,001 = 0,002

4839,792)

alſo auch $10^0 = 1$; $10^{-1} = 0,1$; $10^{-2} = 0,01$; $10^{-3} = 0,001$ und ſo fort. Ferner: zur Bildung von a^m iſt a nur m — 1 mal mit ſich ſelber zu multipliciren, was, als einmaliges Multipliciren zwei Factoren vorausſezt; mithin iſt es auch nicht einerlei: ob man ein Product m mal als Factor ſezt, oder ob man a m-mal mit ſich ſelber multiplicirt; denn dieſes würde die (m + 1te) Potenz von a geben. — Sobald m irgend eine ganze Zahl bedeutet, ſo iſt der Ausdruck $\sqrt[2m]{-a}$ die allgemeinſte Darſtellung der **eingebildeten** (imaginären) **Größen**. Dabei kann denn auch $a = 1$ ſein, und in dem Ausdrucke ſelbſt noch irgend eine wirkliche Zahl als **Coefficient** *) ſich

*) Jene, einem Buchſtaben vorgeſezte Größe, welche ausſagt: wie vielmal der Buchſtaben zu nehmen ſei, heißt der **Coefficient** von dem Buchſtaben, der öfters ſelbſt

lezten (x, y, z) und ebenfalls nach wie vor wählt man bei der Bezeichnung der Dignität- oder Potenz-Exponenten, wenn dieſe bereits beſtimmt ſind, zu deren Größen- oder Werths-Bezeichnung kleine Ziffern (z. B. x^4 heißt x erhoben zur vierten Potenz, oder die vierte Dignität von x) bei unbeſtimmten dagegen kleine Buchſtaben (z. B. x^m ꝛc.). Die Verbindung unſerer Zeichen-Sprache mit der Analyſis (ſ. w. unten) der Alten erzeugte die Algebra (ſ. w. unten); aber nicht nur in dieſem Zweige der Mathematik bedient man ſich der algebraiſchen Zeichen, ſondern auch in den übrigen Zweigen derſelben nimmt man ſie, ihrer Kürze und Deutlichkeit wegen, gerne in den Gebrauch; nicht die Schreib-Weiſe, ſondern die Art, wie man ſchließt, macht eine auf Regelung gegründete Größen-Darſtellung und Beweiſung (Beweisführung oder Demonſtration) zur algebraiſchen.

Von dem „Einſchließen der Berechnungs-Größen in Klammern" (S. 621 2. Spalte) macht man insbeſondere auch dort Gebrauch, wo es darauf ankommt: Verwechslungen der Berechnungs-Größen zu vermeiden; ſo z. B. wenn die eine dieſer Größen den Dividendus (Zertheiling, oder, weniger ſprachgemäß der Getheiler), die andere den Gleichtheiler (Diviſor) ausdrückt. Daher ſchreibt man, z. B. bei $a^2 + 2\,a\,b + b^2$

finden; denn iſt $\sqrt[2m]{-a}$ eine unmögliche Größe, ſo iſt es auch $b \cdot \sqrt[2m]{-a}$. Unmögliche, eingebildete oder imaginäre Größen ſind jene Wurzeln, welche einen geraden Exponenten haben, während ſie vor negativen Größen ſtehen; irrationale Größen (Irrationalgrößen) oder Irrationalzahlen werden hingegen jene Wurzelgrößen genannt, welche, obgleich ſie vorſtellbar erſcheinen, ſich dennoch nicht genau ausdrücken laſſen und mithin in gar keinem beſtimmten Verhältniß zur Einheit ſtehen. So z. B. ſind $\sqrt{12}$ und $\sqrt{15}$ Irrationalzahlen, denn ungeachtet man ſich wohl eine Größe vorzuſtellen im Stande iſt, welche mit ſich ſelber multiplicirt 12 oder 15 zum Product gibt, ſo kann man ſie doch durch Zahlen nicht vollkommen genau und als durchaus abgeſchloſſen ausdrücken; wiewohl man ſich ihrem Werthe, durch Darſtellung der Wurzel in Decimaltheilen, im hohen Grade zu nähern vermag. Hieher gehörende Beiſpiele gewähren jene Wurzelzahlen, welche (ſ. S. 624) die Unabſchließbarkeit des Decimalbruchs durch Folge-Pünktlein bezeichnet andeuten. Uebrigens nannte man die Irrationalzahlen ſonſt auch Surdiſche Zahlen; $\sqrt[3]{9}$; $\sqrt[4]{14}$; $\sqrt[5]{126}$ ꝛc gehören gleichfalls hieher. Die eingebildeten Größen erhielten dieſe Benennung: weil man

---

wieder ein Buchſtaben iſt; ſo ſind z. B. in der Gleichung $x^3 - 5\,x^2 + 27\,x - 84 = 0$, die 5 die und 27 Coefficienten; erſtere Ziffer iſt ein Coefficient des zweiten, leztere einer des dritten Gliedes.

dividirt durch a + b ſtatt $\frac{a^2 + 2ab + b\,2}{a + b}$, lieber $(a^2 + 2ab + b^2) : (a + b)$, um ſo mehr, da dieſe Schreib= (und Druck=) Weiſe ſowohl mehr Raum erſparen läßt, als ſich auch gefälliger ausnimmt; wie denn vorzüglich im Schrift=Druck einer der größern Theile einer Zeile in Raum=Verluſt geht, wenn man z. B. ſtatt

$$(ab + cx) : (m + n)$$

geſchrieben hatte $\frac{ab + cx.}{m + n}$.

Anfängern pflegen beim Rechnen mit Buchſtaben jene Fälle nicht auf den erſten Blick einzuleuchten, in welchen, in Folge der Gleichtheilung (Diviſion) einzelne Zahlen (einzelne Buchſtaben) gänzlich verſchwinden, während die übrigen unverändert verbleiben. Indeſſen wird die Nothwendigkeit ſolcher Zahlen=Tilgung ſogleich klar, wenn man den Inhalt der bei ſolchen Rechnungen gemachten Forderung ſich klar vorſtellt. Wenn man z. B. ſtatt a mit b zu multipliciren (alſo zu ſetzen a b; a. a. O.) a·b durch b, oder durch a dividiren ſoll, ſo heißt das nicht mehr und nicht weniger als: man ſoll, im erſten Falle b, im leztern a von a b hinwegnehmen; denn man ſoll ja a b um b mal oder um a mal geringer machen oder ſetzen, und wird ſo zum Gleichtheiling (Quotient) entweder $ab : a = b$, oder $ab : b = a$ ſie in der Wirklichkeit nicht aufzufinden vermochte; denn keine Größe gibt es, welche geradmalig mit ſich ſelber multiplicirt, eine negative Zahl gebe. Da es demnach unmöglich iſt: aus einer negativen Größe eine gerade, d. h. eine in ſich vollendete und abgeſchloſſene Wurzel zu ziehen, ſo war man allerdings genöthigt, dergleichen nur in der Einbildung mögliche Wurzeln, um ſie von den wirklich auffindbaren zu unterſcheiden, als imaginäre oder unmögliche zu bezeichnen. Indeſſen ſtößt man in allen jenen Fällen, in welchen die an eine vollendete Rechnung zu machende Forderung zu erfüllen unmöglich iſt, auf dergleichen aushelfende, eingebildete Größen, die jedoch, obgleich nur Formen, jeden Falls dadurch ſich als nicht nachtheilig bewähren müſſen, daß ſie, bei fortgeſezter Rechnung, auf keine unrichtige Folgerungen führen; denn ſie ſind nicht etwa als Folgen von Fehlern zu betrachten, welche ſich gegenſeitig ausgleichen, ſondern vielmehr als Größen, die aus richtigen Vorausſetzungen durch richtige Folgerungen abgeleitet wurden. Der nicht ſelten ausgezeichnete Nutzen, den ſie bei Rechnungen gewähren, iſt jenem ähnlich, welchen in der Naturlehre, Erdgeſtaltungs=Lehre oder Geologie ꝛc., gute Hypotheſen *) möglicher Weiſe

*) Das ſind: zwar mit gutem, obgleich nicht vollwichtigen Grunde erſchloſſene, aber noch nicht vollkommen „erwieſene" Vorausſetzungen; denn wären ſie erwieſen, ſo hätten ſie nicht den Werth einer umfaſſenden Anſicht, ſondern jenen höheren und höchſten einer durchaus und durchgängig, und daher jederzeit auch vollſtändig erweisbaren, „gründlichſt richtigen" Einſicht, d. i. einer allumfaſſenden Theorie; vergl. S. 3.

$\frac{5.2}{4.2} - \frac{9}{7} = \frac{10}{8} - \frac{9}{8}\Big) = \frac{1}{8}$ betragen, was, als Ergebniß der Aufgabe, des Minuendus- und Subtrahens-Größen vereint $\Big(\frac{3}{8} - \frac{1}{8} = \frac{2}{8}\Big) = \frac{1}{4}$ gewährt; hätten aber die Brüche $\frac{3}{8} - \frac{1}{8}$ nicht einerlei Nenner gehabt, ſo würde man ſie zuvor unter einerlei Benennung haben bringen, und dann lezteren von erſteren abziehen müſſen; vergl. oben S. 622—623 rechte Spalte. Uebrigens ergibt ſich ſchon aus dem Vorhergehenden, daß die Multiplication der Brüche mit Brüchen erfolgt, wenn man ſowohl ihre Zähler, als ihre Nenner, jede für ſich miteinander multiplicirt, d. h. wenn man das Product der Zähler zum neuen oder gemeinſchaftlichen Zähler erhebt und ebenſo das der Nenner zum neuen Nenner macht. Es ſei $\frac{a}{b}$ ein Bruch, der Quotient desſelben heiße n; daſſelbe gelte von $\frac{c}{d}$, in Beziehung auf m (was aber von $\frac{c}{b}$ gilt, iſt auch gültig von jedem anderen möglichen Bruche) mithin $\frac{a}{b} = n$ und $\frac{c}{d} = m$; mithin $\frac{a\,c}{b.d} = n\,m$ und daher auch $\frac{a.c}{bd} = \frac{ac}{bd}$, und $\frac{a}{b}$ iſt mit $\frac{c}{d}$ multiplicirt, indem d der Zähler des einen Bruchs mit dem Zähler des anderen, und den Nenner des einen mit dem Nenner des andern multi- in ſeiner Potenz ſo weit erhöhet iſt, als das Verhältniß die Vervielfältigung zuließ. Gezweifältigt (R. duplicata) wurde ein Verhältniß genannt, wenn es aus zwei, gedreifältigt (R. triplicata) wenn es aus drei ähnlichen Verhältniſſen hervorgegangen war ꝛc.; Verhältniſſe mit ungleichen Exponenten (2:3 verglichen mit 4:5) nannte (und nennt man) verſchiedene geartete (R. diversae, dissimeles, inaequales) oder verſchiedene (2 iſt 2/3 von 3, 4 hingegen 4/5 von 5; 2/3 und 4/5 ſind einander ungleich, und 2 iſt nicht eine ſolche Größe von 3, wie 4 von 5). Rational wurde (und wird) das Verhältniß genannt, wenn es ſich in Größen ausdrücken läßt, welche entweder aus lauter Einheiten, oder aus gleichen Theilen der Einheiten beſtehen (z. B. 5 und 5/6; 3 und 3/4 ꝛc.) Verhält ſich z. B. a zu b wie 1 : 2, oder wie 5 zu 7, ſo ſtellt es ein rationales Verhältniß (R. rationalis) dar; Verhältniß der Verhältniſſe (R. rationum) entſprechend einem Bruch des Bruchs hingegen wurde genannt das Verhältniß der Exponenten zweier rationalen Verhältniſſe, z. B. der Verhältniſſe 6 : 3 und 24:8, wo der Exponent des erſtern 2, des leztern dagegen 3 iſt; das Verhältniß der Verhältniſſe 6 : 3 und 24 : 8 iſt mithin wie 2 : 3; d. h. 3/6 verhält ſich zu 24/8 wie 2:3. Was ein irrationales Verhältniß ſei, ergibt ſich aus der Erklärung des rationalen; vergl. auch oben S. 626. Rational-Größe iſt jede, welche kein Wurzelzeichen vor ſich hat, oder die ſich durch 1

plicirt wurde. Man ſetze $1\frac{2}{5}$. $3\frac{5}{7} = \frac{7}{5} \cdot \frac{26}{7} = \frac{182}{35} = 5\frac{1}{5}$. Werden aber ächte Brüche mit einander multiplicirt, oder ein Ganzes mit einem ächten Bruch, ſo iſt das Product ſtets kleiner, als einer der Factoren; z. B. $\frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$ und $2 \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$, während, wenn unächte Brüche mit einander zu multipliciren ſind (da jeder unächte Bruch größer als 1 iſt), die Producte an Größe immer jeden einzelnen der Factoren übertreffen. Wie Brüche, durch mit ſich ſelber vollzogene Multiplication, zu Potenzen erhoben werden, ergibt ſich aus Seite 621, rechte Spalte. Daher z. B. ¾ zur zweiten Potenz erhoben, d. i. ¾ mal $\frac{3}{4} = \frac{3^2}{4^2} = \frac{9}{16}$ (vergl. S. 623); zur fünften Potenz $\left(\frac{3.3.3.3.3}{4.4.4.4.4}\right) = \frac{3^5}{4^5} = \frac{243}{1024}$; zur nten Potenz = (d. h. zu der ſovielten Potenz, als man will; weil n jede denkbare Zahl bedeuten kann) $\frac{3^n}{8^n}$, und in Buchſtaben $\frac{n}{m}$ zur 4ten Potenz erhoben, würde ſein $\frac{n.n.n.n}{m.m.m.m} = \frac{n^4}{m^4}$ und zur rten Potenz $= \frac{n^r}{m^r}$. Je höher die Potenz, zu der man ächte Brüche erhebt, um ſo kleiner wird der Bruch (denn man multiplicirt ſie ja ſtets mit einer Größe, die kleiner iſt als 1), und endlich kleiner iſt als jede Größe, die man ſich vorzuſtellen ausmeſſen läßt; Rational-Wurzel iſt die einer Potenz, oder auch einer Gleichung, die ſich durch Rationalzahlen ausdrücken läßt. Umgekehrt oder verkehrt (R. inversa oder R. reciproca) wird ein Verhältniß, wenn man die Stellen ſeiner Glieder wechſelt; 7 : 9 iſt das umgekehrte Verhältniß von 9:7. Rational iſt die Auflöſung (Solutio, d. i. die Art, wie man eine Aufgabe löst), wenn ſie mit Rational-Größen oder Zahlen vollzogen worden. Unendlich heißt die Auflöſung (s. indefinitio), wenn man ſie, mittelſt Buchſtaben-Rechnung zu einer Regel geführt hat, nach welcher alle zur Aufgabe gehörigen Fälle und Beiſpiele ſich ableiten und auflöſen laſſen. Hinſichtlich der in dem Vorhergehenden ſchon häufig in Gebrauch genommenen Buchſtaben-Rechnung, dürfte es nicht unnöthig ſein, zur Förderung des zugehörigen Verſtändniſſes, noch Folgendes zu bemerken: 1) wiewohl jeder Buchſtabe jede Art von Zahlen bedeuten kann, ſo gibt es doch Bedingungen, welche dieſe Willkühr beſchränken; z. B. eine gerade Zahl iſt bekanntlich eine, die 2 zu einem Factor hat (während Zahlen, welche weiter keine Factoren als 1 und ſich ſelbſt haben, z. B. 2, 3, 5 Primzahlen, die übrigen aber zuſammengeſetzte Zahlen genannt werden); es muß mithin der andere Factor eine ganze Zahl ſein, wenn ſein Zweifaches eine gewähren ſoll. Im Allgemeinen läßt ſich nnn die gerade Zahl durch 2 m darſtellen, wo m jede, aber immer nur eine ganze Zahl bedeuten kann, der Ausdruck 2 m + 1, hingegen jede ungerade Zahl

hingegen Minus; d. h. haben Zertheiling (Dividendus) und Gleichtheiler (Divisor) gleiche Zeichen (iſt jeder derſelben eine bejahende, oder jeder eine verneinende Zahl), ſo iſt der Gleichtheiling (Quotient) plus, iſt aber der erſtere eine Plus-, der letztere eine Minus-Größe, oder umgekehrt, ſo iſt der Getheiling minus. Noch ſteht Folgendes zu bemerken: α) kommen bei der Gleichtheilung Ziffern und Buchſtaben in ſolchen Verhältniſſen vor, daß die zum Zertheiling gehörige Ziffer durch die zum Gleichtheiler gehörige nicht theilbar erſcheint, ſo wird, ſtatt des Getheilings, blos zur Anzeige gebracht: was nach der Entgegnungs-Ausgleichung verbleibt; z. B. wenn 5 a a b x durch 3 b x gegleichtheilt werden ſoll, ſo ſetzt man, da nur b x im Zertheiling gegen b x im Gleichtheiler wegfällt und 5 durch 3 nicht theilbar iſt,*) nur $\frac{5aa}{3}$; d. h. man zeigt an, was zu geſchehen übrig bleibt. In gleicher Weiſe macht man daher hievon auch Gebrauch, in Fällen, in welchen ſich **einfache** Größen wirklich nicht gleichtheilen laſſen, was z. B. eintritt bei der Forderung 5a durch 3b zu dividiren, wo man dann auch nur ſetzen

die betrachtende Unterſuchung gefundene **Verhältniß** ein **arithmetiſches**, oder: **um wie viel mal** ſolcher Größen Verſchiedenheit ſtatt habe, und in dieſem Falle nennt man es ein geometriſches, oder (auch nur ſchlechthin) ein **Verhältniß**; bei der erſteren Art faßt man den Größen-**Unterſchied** oder die **Differenz**, bei der lezteren das mögliche beſtimmtmalige Vorhandenſein der einen Größe in der anderen ins Auge, wobei jene Größe, welche anzeigt: wie viel mal die eine in der andern möglicher Weiſe vorkommt, der **Exponent** des Verhältniſſes genannt wird, was, wo zwei ſolche Verhältniſſe gegeben ſind, die einen gleichen Exponenten haben (mithin gleich ſind), eine geometriſche Proportion gewährt; während bei dem arithmetiſchen Verhältniß jene Zahl, welche die Größe der Verſchiedenheit beider Größen angibt, auch der Benenner oder **Denominator** genannt zu werden pflegt.**) Bei den **arithmetiſchen** Verhältniſſen ſteht zu unterſcheiden a) die **große** Zahl, b) die **kleine** Zahl und c) der Unterſchied oder die **Differenz** beider; nennt man erſtere a, die andere b, und leztere d, ſo iſt klar, daß a = b + d, b

---

metiſche Verhältniß durch das Wieviel der überwiegenden Größe a und der kleineren b ausgedrückt wird; wie denn überhaupt in dem a — b der **allgemeinſte Ausdruck** des arithmetiſchen Verhältniſſes vorliegt.

*) Während z. B. — 6aabcx dividirt durch — 3aax zum Quotienten + 2bc; 8acex dividirt durch 4cx, weil cx ſich aufheben, 2ac und + a gegleichtheilt durch — a zum Quotienten — 1 und ebenſo — a durch — a dividirt + 1 gibt. Desgleichen iſt auch — 8 gegleichtheilt durch — 8 = + 1 und 8 dividirt durch — 8 = — 1.

**) Deſſen naturgemäßeſte Bezeichnung mithin das der Diviſion oder des Bruches z. B. $\frac{a}{b}$ iſt.

kann $\frac{5a}{3b}$; β) wann **zuſammengeſezte** Größen durch einfache gegleichtheilt werden ſollen, ſo ordnet man die Glieder des Dividend nach den Buchſtaben des Diviſors und ſezt jene Glieder des Zertheilings zuerſt, welche, Falls der Gleichtheiler aus mehr als einem Buchſtaben beſteht, die meiſten Buchſtaben deſſelben enthalten, z. B. 4 a b c — 16 c d a : 2 a; d. h. alſo: dividire die ganze zuſammengeſezte Größe, Glied derſelben für Glied, nacheinander durch 2 a, was zum Quotienten gibt a b c — 8 d c *) und, verkürzt geſchrieben, ſich in Form von (b — 4 d) 2 c darſtellt; γ) Schwieriger wird auf den erſten Blick die Entſcheidung, ob die eine Größe ſich durch die andere gleichtheilen läßt, wenn **beide**, Dividend und Diviſor **zuſammengeſezte** hingegen = a — d und d = a — b iſt; **kennt** man daher zwei dieſer **Verhältniſſe**, ſo läßt ſich daraus **auch das dritte beſtimmen** (eine Beſtimmungsweiſe, welche in anderer Form verwendet, beiläufig ſei es bemerkt, der ganzen **Stöchiometrie** oder Meſſung chemiſcher Wirkungs-Größen, zunächſt der Grundſtoffe oder Elemente — S. 6 — zum Grunde liegt, und welche unter andern auch daran erinnert: daß, wenn in irgend einem Dreieck — S. 616 †) 2 Winkel gegeben ſind, ſich der dritte ſtets findet, wenn man die Summen der gegebenen von 180° abzieht, und daß, Falls nur die Größe eines der Winkel bekannt iſt, die Summe der übrigen gefunden wird, wenn man den gegebenen von 180° in Abzug bringt). **) Folgende Beiſpiele mögen die Natur jeder dieſer

*) Gemäß folgender Stellung der Aufgabe:

```
     4abc — 16cda | 2bc — 8dc
2a)  4abc         |
     ------------
       — 16cda
       — 16cda
       -------
          0
```

Indem ich mit 2a in 4abc dividire, erhalte ich zum Quotienten 2bc mit dem + Zeichen; a im Dividend und im Diviſor heben ſich auf. Jezt, wie bei der Ziffern-Diviſion, den Quotienten mit dem Diviſor multiplicirt, alſo 2bc mit 2a, gibt 4abc, die unter den Dividend (4abc) geſchrieben werden, und die, von einander abgezogen, aufgehen. Rückt man nun das folgende Glied (— 16cda) herunter und dividirt es durch 2a, ſo erhält man — 8cd (da auch hier die beiden a, das des Dividend und jenes des Diviſors ſich aufheben). Multiplicirt man hierauf auch dieſen Quotienten mit dem Diviſor, alſo — 8cd mit 2a, ſo erhält man — 16adc, das unter den Dividend — 16adc geſezt und von demſelben abgezogen, zur Aufhebung beider Größen führt, und als Quotient verbleibt lediglich abc — 8dc.

†) Vergl. S. 617. In jedem Dreieck iſt übrigens die **Summe zweier Seiten** ſtets **größer** und beider **Größen-Unterſchied** ſtets **kleiner**, als die dritte Seite; denn es entſprechen die Größen der Winkel jene der ihnen entgegenſtehenden Seiten. In einem **rechtwinkligen** Dreieck iſt mithin jede **Lothrechte** kleiner als die **Hypothenuſe** oder Rechtwinkel-Gegenſeite; oben S. 616 ff.

) Während man alſo bei dem **arithmetiſchen Verhältniß durch Vergleichung ermittelt: wie viel **Einheiten** in dem einen Gliede mehr zugegen ſind, als in dem andern, nimmt man bei dem **geometriſchen** das eine der beiden Glieder **ſelbſt zum Maaßſtab**, indem man die Frage beantwortet: wie viel mal es in dem andern, oder welcher Theil von ihm in dem andern enthalten iſt? Es kommt aber bei jedem Verhältniß nicht auf die Größen ſelbſt, ſondern nur auf die **Größe** (auf den Werth) **ihrer Verſchiedenheit** an.

Größen ſind. Es ſei z. B. aaaa + 8baaa + 8bbba + 12bbaa + bbbb zu dividiren durch aa + bb + 4ba, ſo fällt ſogleich in die Augen, daß b die am häufigſten gegebene Zahl iſt, und mithin, ſo wohl im Diviſor, als Dividend nach ſeinen Potenzen zu ordnen ſteht, wie folgt: bbbb + 8bbba + 12bbaa + 8baaa + aaaa : bb + 4ba + aa; man dividirt nun das erſte Glied des Dividendus durch das erſte des Diviſors, gebe dem Quotienten das zugehörige Zeichen, multiplicire dann (um zu erfahren: was noch vom Dividend übrig bleibt) dieſen Theil des geſammten Quotienten mit allen Gliedern des Diviſors, ſetze den hieraus erwachſenden Quotienten unter den Dividendus, ziehe ihn ab, ſetze den Reſt unter den Strich, und dividire nun das erſte Glied dieſes Reſtes wieder durch das erſte des Diviſors, wodurch man wieder das zweite Glied des Quotienten erhält, mit dem man dann verfährt, wie zuvor, und ſo fort, bis endlich alles aufgeht; was übrigens nur eintreten kann; wenn der Dividendus ein ganzzahliges Vielfaches des Diviſors iſt. — Vermag man, nach der Multiplication eines Gliedes des Quotienten mit allen Gliedern des Diviſors, alle Glieder des (auf ſolche Weiſe gewonnenen) Products nicht von allen Gliedern des Dividend abzuziehen, weil einige Verhältniß-Arten erläutern. Erwägt man, indem man 4 und 12 vergleicht, daß in 12 8 Einheiten mehr vorkommen, als in 4, ſo betrachtet man beide Zahlengrößen arithmetiſch, berückſichtigt man aber, daß 4 in 12 dreimal enthalten iſt, ſo faßt man beide Größen im geometriſchen Verhältniſſe auf. Oder mit der Kürze der Zeichenſprache ausgedrückt 12 — 4 und 12 : 4. Letzteres wird nicht verändert, wenn man beide Glieder durch einerlei Zahl multiplicirt oder dividirt; $12 : 4 = 2 . 12 : 2 . 4 = \frac{12}{2} : \frac{4}{2}$ Zwei Verhältniſſe, die einerlei dritten gleichen, ſind auch einander ſelbſt gleich; $2 : 3 = 4 : 6$ und $8 : 12 = 4 : 6$, mithin $2 : 3 = 8 : 12$. Sind die Zahlengrößen Brüche (ächte oder unächte*) ſo läßt ſich ihr Verhältniß durch ein Paar ganze Zahlen ausdrücken, und haben ſie gleiche Nenner (d. i. ſind ihre Diviſoren gleich) ſo gewähren ihre Zähler (oder Dividende, die als ſolche zählen oder angeben, wie viele von denen durch den Nenner bezeichnete Nenn-Theilen in dem Bruche vorkommen **) ſelbſt die geſuchten Verhältnißzahlen, ſind jene aber ungleich, ſo muß man ſie, um zu den Verhältnißzahlen zu gelangen, unter gleiche Benennung (unter gleiche Nenner) bringen; nach den bekann-

*) Bekanntlich unterſcheidet man ächte von unächten Brüchen; in erſteren iſt der Gleichtheiler oder Diviſor größer als der Dividend (der Quotient mithin ſtets weniger als 1), in lezteren hingegen kleiner (der Quotient daher immer größer als 1); z. B. $\frac{3}{4}$ und $\frac{4}{3}$. Brüche, in denen der Diviſor und Dividendus gleiche Größe haben, ſind = 1.

**) Im Deutſchen drücken wir das Verhältniß der Glieder des Bruches durch die Silbe tel aus, z. B. $\frac{2}{5}$ durch Zwei-Fünf-tel, aber auch $\frac{a}{b}$ durch $\frac{a}{b}$-tel.

derſelben **nicht gleichgeartet** ſind, ſo ſezt man ſolche ungleichartige Glieder **mit veränderten Zeichen** zum neuen Dividend herunter, was dann (in ſeiner Wirkung) der unmöglich gewordenen Abziehung gleichkommt; gemäß der für alle Abziehungs-Fälle geltenden Regel: **verwandle die Größen-Zeichen des Abziehers (Subtrahendus) in die entgegengeſezten und addire nun**, ſtatt zu ſubtrahiren;*) δ) geht aber nach allen wiederholten Gleichtheilungen dennoch nicht Alles gegeneinander auf, ſo fügt man den Reſt dem Quotienten bei, unter denſelben (wie beim Ziffern-Rechnen) **) den Diviſor ſetzend; um ſo anzuzeigen: daß dieſer unauflöslich befundene Reſt noch hätte ſollen gegleichtheilt werden. Es ſei z. B. der Reſt 3 b c, der Gleichtheiler a — b, ſo würde man dem Quotienten den **Bruch** $\frac{3\,b\,c}{a-b}$ beizuſetzen haben; ε) um **Potenzen** (S. 620 — 621 Spalte rechts) **von einerlei Größe** oder von derſelben Benennung **durcheinander** zu ten Verfahren, wie nachſtehende Beiſpiele darthun:

$$\frac{3}{4} : \frac{2}{3} = \frac{9}{12} : \frac{8}{12} = 9 : 8$$

$$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{ad}{bd} : \frac{cb}{bd} = ad : cb$$

und ſich dadurch beweiſen läßt, daß, wenn man die gleichen Nenner wegläßt, es ebenſo viel iſt: als wären ſie mit einerlei Zahl (nemlich mit jener des gemeinſamen Nenners) multiplicirt worden. Am ſicherſten bringt man verſchiedene Brüche unter einerlei Nenner, wenn man jedes Bruches Zähler und Nenner mit dem Nenner der übrigen (alſo aller) multiplicirt; $\frac{a}{c}$ und $\frac{b}{d}$ unter einerlei Nenner gebracht, iſt $\frac{a\,.\,d}{c\,.\,d}$ und $\frac{b\,.\,c}{d\,.\,b}$. War ſolche Gleichnennung vollzogen, ſo iſt jener von den alſo vereinten Brüchen **der größte**, der den **größten Zähler** hat. Als ferneres Beiſpiel noch folgendes: $\frac{a}{d} + \frac{b}{e} + \frac{c}{f} = \frac{aef}{def}\ \frac{bdf}{cdf}\ \frac{cde}{fde}$. Es zeigen dieſe Beiſpiele, daß Brüche, welche nur aus Buchſtaben, oder aus Buchſtaben und Zahlen beſtehen, ſich nur zu kleineren Benennungen bringen laſſen, wenn in den Zählern und Nennern **gleiche** Buchſtaben vorkommen, oder in beiden Zahlen gegeben erſcheinen, für welche ſich ein gemeinſchaftliches Maaß finden läßt, oder wenn beides ſtatt hat; denn auch hier gilt die Regel: **Zähler und Nenner mit einerlei Größe gegleichtheilt, ändert den Bruch nicht**; $\frac{8\,a\,b\,:\,4}{16\,c\,:\,4} = \frac{a\,b}{2\,c}$; $\frac{a^2\,b}{a^3} =$

---

*) a) Minuendus 5 a — 7 b + 9 c
Subtrahendus — 6 a + 3 b + 8 c
\+ — —
11 a — 10 b + c

b) 7 b + 5 c — 6 d + 3 c — f
4 b + 8 c — 7 d — 5 c + 3 f
— — + + —
3 b — 3 c + d + 8 c — 4 f

c) 13 a — 11 c + 15 d
9 a — 16 c — 8 d
— + +
4 a + 5 c + 23 d

**) Z. B. 5 | 2 ½
(2)
4
—
1

dividiren, hat man ihre Exponenten von einander zu ſubtrahiren; ſ. S. 621 Spalte 4; $b^8 : b^2 = \frac{b^8}{b^2} = b^{8-2} = b^6$; ſind aber die Größen nicht von derſelben Benennung, ſo iſt die Regel unſtatthaft und $a\,m : b\,n$, z. B. kann nur bezeichnet werden durch $\frac{a\,m}{b\,n}$. Iſt, wenn man (jener Regel gemäß) den einen Exponenten von dem andern der gleichnamigen Potenzen abziehen will, der des Diviſors größer als der des Dividend, ſo wird der Exponent des Quotienten nothwendig negativ; denn iſt z. B. in der Forderung $a^m : a^n$ n größer als m, ſo wird $m - n$ nothwendig zur verneinenden Größe; $a^7 : a^9$ iſt $= a^{7-9} = a^{-2}$; ζ) wie ſich gegebene Potenzen zu geforderten höheren (durch Multiplication ihres Exponenten mit der geforderten Erhöhungszahl, oder mit dem Grade der Potenz) erheben laſſen — S. 621 — 622 Spalte rechts — ſo laſſen ſie ſich umgekehrt auch erniedern und auf die Wurzel zurück-
$\frac{a^2 b : a^3}{a \;\; : a^2} = \frac{b}{a}$ und $\frac{9\,a\,b^2}{12\,b^3} = \frac{9\,a\,b^2 : 3\,b^2}{12\,b^3 : 3\,b^2} = \frac{3\,a}{4}$. Zwei Brüche, welche einerlei Zähler haben, verhalten ſich verkehrt wie ihre Nenner; $\frac{a}{b} : \frac{a}{c} = \frac{a\,c}{b\,c} : \frac{a\,b}{b\,c} = a\,c : a\,b = c : b$.*) Noch unterſcheidet man **rationale** und **irrationale** Verhältniſſe, zu erſteren jene zählend, in welchen der Denominator und der Exponent eine Rationalzahl oder eine Irrationalzahl iſt; Beiſpiele der erſteren liegen bereits vor, hinſichtlich der lezteren iſt $4 - \sqrt{12}$ ein **arithmetiſches** und $4 : \sqrt{12}$ ein **geometriſches** Irrational-Verhältniß. Leztere Verhältnißart läßt ſich der erſteren dadurch mehr und mehr näher bringen, daß man die Irrationalzahl durch Näherung ausdrückt; da z. B. $\sqrt{12} = 3.46 \ldots$, ſo iſt in dem Verhältniß $4 : \sqrt{12}$ der Exponent $= 3/4$; näher $\frac{3 \,.\, 4}{4}$ und noch näher $: \frac{3{,}46}{4} = 0{,}865 \ldots$ Uebrigens

*) Je nachdem beide Glieder des Verhältniſſes einander **gleich** oder **ungleich** ſind, theilte man auch wohl die Verhältniſſe in die der **Gleichheit** und der **Ungleichheit**, leztere wieder in Verhältniſſe der **größeren** und der **kleineren** Ungleichheit ſondernd, je nachdem das größere oder das kleinere Glied das vorhergehende darſtellt. Uebrigens iſt „Verhältniß der Gleichheit“ und „gleiche Verhältniſſe“ nicht einerlei; denn leztere ſind ſtets vorhanden, wenn zwei arithmetiſche Verhältniſſe einerlei **Benenner** (Denominatoren), oder wenn zwei geometriſche einerlei Exponenten haben. Bezeichnet a das erſte, $a + d$ das folgende Glied und d den Benenner (denominator), ſo iſt Nachſtehendes ein in der mathematiſchen Zeichenſprache entworfener Ausdruck deſſen, was **arithmethiſche** Verhältniſſe ſagen wollen; $a - a + d$; $a + d$ iſt die Summe des vorhergehenden Gliedes und des Benenners, und ſoll das nachfolgende Glied kleiner als das vorhergehende ſein, ſo hat man nur d negativ zu ſetzen. Es bezeichne ferner in $a : a\,e$ das a wieder das vorhergehende und $a\,e$ das nachfolgende Glied, e aber den Exponenten, ſo iſt hiedurch das **geometriſche** Verhältniß in ſeiner Allgemeinheit dargeſtellt.

man auch jede ganze Zahl ſolcher fortlaufender Gliederung zu unterwerfen vermöge, erhellet ſchon aus der Möglichkeit, jede dergleichen Zahl als einen Bruch betrachten zu dürfen, deſſen Nenner 1 iſt; S. 632 f. Iſt daher $a = 3$ und $b = 2$, c aber $= 1$, ſo iſt auch $\frac{a}{b-c} = \frac{3}{2-1} = \frac{3}{1}$ $(= 3)$; ſezt man nun den Ausdruck $\frac{3}{2-1}$ in die Reihe, ſo wird

$$3 = \frac{3}{2} + \frac{3.1}{2^2} + \frac{3.1^2}{2} + \frac{3.1^3}{2^4} + \frac{3.1^4}{2^5} + \frac{3.1^5}{2^6} + \frac{3.1^6}{2^7} \ldots$$

Da nun aber 1 in allen Potenzen $= 1$ iſt, und mithin in keiner Potenz multiplicirt, ſo erhält die Reihe tien, durch 60^4 Quarten u. ſ. f. geben. — Zur Diviſion dieſer Rechnungsweiſe wird, nach vorangegangenem Ordnen aller Glieder, erfordert: zunächſt mit dem höchſten Gliede des Diviſors in das höchſte des Dividend zu dividiren, hierauf aber die Ordnungsziffer des Diviſors von jener des Dividend abzuziehen und die hiedurch übrigbleibende Ordnungsziffer als ſolche dem Quotienten zuzuweiſen; dann mit dieſem Quotienten alle Glieder des Diviſors zu multipliciren und die ſolchen Weges gewonnenen Producte von denen ihnen entſprechenden Gliedern des Dividend abzuziehen. Sollte jedoch das erſte Glied zu klein ſein, um die Diviſion zu geſtatten, ſo bringt man es

---

und iſt in $\frac{a}{1-b} = a + ab + ab^2 + \ldots$ $a = 1$ und $b = 1/10$, ſo erhält man einen Ausdruck, der mit jenem weſentlich übereinſtimmt, welcher hervorgeht, wenn man, in der Rechnung mit Decimalbrüchen (S. 651), z. B. 10 durch 9, oder durch 3 fortlaufend dividirt, nemlich in jenem Falle $1/9 = 1/10 + 1/100 + 1/1000$ ꝛc., in dieſen Fällen aber $1/9 = 0,11111 \ldots$; $1/3 = 0,33333 \ldots$ Könnte man $1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/16 + 1/32 + 1/64 + 1/128 + 1/256 + 1/512 \ldots$ und ſo fort ins Unendliche ſummiren, ſo würde eine Summe erwachſen, die dem Werth von 1 unendlich nahe ſtände, und die ihn zwar nicht wirklich erreicht aber doch $= 1$ geſezt wird, (ſ. w. unten.) Denken wir uns einen Körper ins Unendliche gehälftet, ſo würden daraus doch nie untheilbare Theilchen hervorgehen, d. h. ſo würde man dadurch doch nie zu lezten oder unendlich kleinen Theilchen, oder nicht minderungsfähigen Körperchen (oder zu ſogenannten Raum-Atomen) gelangen, weil ein unendlich fortſchreitendes Theilen nie zu einem lezten Theilen führen kann; indem der (negative) Verſtandes-Begriff des Unendlichen (Ohne-Ende-Seienden) ſolches Lezte ausſchließt. Auch gibt uns die Natur keinen Maaßſtab für das Unendlich-Kleine (deſſen Mathematiſches Zeichen $\frac{1}{\infty}$ iſt; S. 618 linke Spalte) wohl aber hat es die Mathematik als ein Gedachtes vorausgeſezt; denn das Punct iſt der Ausdruck für das unausgedehnte Oertliche oder für die unendlich kleine (als ſolche unbedingte) Oertlichkeit, für das unbedingte (abſolute) Wo? Hingegen haben wir im Weltall ein wahrhaft Unendlich-Großes; eine Größe, die eines Zuſatzes durchaus unfähig iſt. Ebenſo haben wir in der Anhebung und Beendung irgend eines Zeittheils eine Zeit-Dauer, die $= \frac{1}{\infty}$ gedacht und geſezt werden kann, in der weder Anfang noch Ende habenden Ewigkeit hingegen eine Dauer von unendlicher Größe.

d. i. eine Zahl, durch welche beide dividirt nicht nur aufgehen, ſondern für welches in dieſer Hinſicht auch keine größere Zahl möglich iſt, durch die beide dividirt aufgingen.*) Unter einerlei Nenner gebracht, ſind dann die Brüche leicht zu addiren und zu ſubtrahiren; man addirt die unter einerlei Nenner gebrachten Brüche, indem man die Zähler ſummirt (zuſammenzieht) und den Nenner beläßt ($\frac{1}{8} + \frac{3}{8} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$). Bei den Buchſtaben-Brüchen mit einerlei Nenner erfolgt die Zuſammenziehung der Zähler durch das zwiſchen ſie geſezte + Zeichen; $\frac{a}{b} + \frac{c}{d} + \frac{n}{m} + \frac{x}{y} = \frac{admy}{bdmy} + \frac{cbmy}{dbmy} + \frac{nbdy}{mbdy} + \frac{xbdm}{ybdm} = \frac{admy + cbmy + nbdy + xbdm}{bdmy}$

Ferner $\frac{1}{a} + \frac{b}{c^2} + \frac{d^2}{n} = \frac{1c^2n}{ac^2n} + \frac{ban}{c^2an} + \frac{d^2ac^2}{nac^2} = \frac{c^2n + ban + d^2ac^2}{ac^2n}$

deſſen Quadrat, und das Verhältniß von 1 zum Quadrat, oder 1 : c noch einmal ſo groß, als das der 1 zur Wurzel; und ebenſo iſt auch das Verhältniß von 1 zum Würfel dreimal größer als das von 1 zur Cubikwurzel; wie denn z. B. in den folgenden drei Gruud-Verhältniſſen, deren jedes einzelne ſeiner Größe gemäß = 1 : 3 iſt, entſprechend der Cubikwurzel 3, (der Würfel alſo 27) die Zuſammenſetzung des Geſammt-Verhältniſſes ſolches darthut; denn

1 : 3
3 : 9
9 : 27

mithin 1 : 27. Betrachtet man aber 1 : c als ein Geſammt-Verhältniß, ſo kann man, dieſes berückſichtigend, 1 : b als deſſen Hälfte anerkennen, oder, wie man es ſonſt benannte, als eine ratio subduplicata von der 1 zum Quadrat, und in demſelben Sinne auch den 3ten Theil von 1 : 27, das Grund-Verhältniß von 1 : 3 als ratio subtriplicata; vergl. oben S. 630 ff. Mehrere Schriftſteller nennen nur jenes geometriſche Verhältniß, welches die Frage nach dem Wievielmal des

---

*) Gemäß der Regel: dividire die größere Zahl durch die kleinere, da dann, Falls Alles aufgeht, die kleinere Zahl ſelbſt das größere gemeinſchaftliche Maaß beider Zahlen darbietet; bleibt aber ein Reſt, ſo nimm dieſen wieder zum Diviſor, dagegen aber den erſten Diviſor zum Dividendus, und ſofort, bis Alles aufgeht; wo dann mit dem lezten Diviſor auch das größte gemeinſchaftliche Maaß beider Zahlen gegeben iſt. Bei unächten Brüchen (ſiehe oben Spalte rechts) kommt man kürzer zum Ziel, wenn man (da doch der Zähler größer als der Nenner iſt und dieſen ein- oder einige Mal in ſich faßt) den Zähler durch den Nenner dividirt und dann neben den Quotienten den Reſt, in Form eines ächten Bruches hinzuſezt; ſo daß mithin dieſer Reſt ſelbſt zum Zähler wird, was er auch inſofern iſt, als er einen Theil jener Einheit darſtellt, welche in ſo viel Theile, als der Nenner Einheiten enthielt, zerlegt erſcheint; z. B. $\frac{25}{4} = 6\,\frac{1}{4}$.

Desgleichen $\frac{5}{4}+\frac{3}{2}=\frac{11}{4}$; $\frac{11}{4}+\frac{1}{3}=\frac{33}{12}+\frac{4}{12}=\frac{37}{12}=3\frac{1}{12}$;
oder: $\frac{5}{4}+\frac{3}{2}+\frac{1}{3}$
$=\frac{5.2.3+3.4.3+1.4.2}{4.2.3}=\frac{30+36+8}{24}=\frac{74}{24}=3\frac{2}{24}=3\frac{1}{12}$

Gleiche Nenner habende Brüche zieht man von einander ab, wenn man den kleineren Zähler vom größern ſubtrahirt, den Nenner aber beläßt. Z. B. $\frac{a}{b}-\frac{c}{b}=\frac{a-c}{b}$; $\frac{xy}{m}-\frac{h}{m}=\frac{xy-h}{m}$; $\frac{c^2x}{rm}-\frac{1}{rm}=\frac{c^2x-1}{rm}$; $\frac{a}{b}-\frac{c}{d}=\frac{ad}{bd}-\frac{c.b}{d.b}=\frac{ad-cb}{bd}$.

Wo Brüche von ganzen Zahlen abgezogen werden ſollen, wandelt man die ganze Zahl in eine ihr entſprechenden Bruch (z. B. 1 in $\frac{1}{1}$; b in $\frac{b}{b}$ u. ſ. f.) und bringt nun beide Brüche unter einerlei Nenner, um ſo den kleineren Zähler vom größern in Abzug und den Reſt als Differenz in Anſatz bringen zu können; die dann nothwendig ein unächter Bruch ſein muß, wenn der Minuend > 2 und der Subtrahend < 1 iſt; man hat in dieſem Falle den Minuend vom Subtrahend abzuziehen, und die Differenz mit dem Minuszeichen zu ſetzen. Daſſelbe gilt vom Subtrahiren eines Buchſtaben-Bruches von einer ganzen Buchſtabenzahl; wenn daher z. B.

Größer- oder Kleiner-Seins einer mit einer anderen in dieſer Hinſicht verglichenen Größe, beantwortet; ſ. a. a. O.) überhaupt ein Verhältniß, und iſt dieſem Worte nicht das Wort arithmetiſches beigeſezt, ſo verſteht man darunter auch nur das geometriſche. Wie aus dem vorhergehenden erſichtlich, ſo gilt als Zeichen des arithmetiſchen Verhältniſſes das Subtractionszeichen; z. B. 3 — 2, 5 — 3, oder allgemein a — b; als Zeichen des geometriſchen das der Diviſion: z. B. 15 oder $^5/_{15}$, oder allgemein a : b, oder $\frac{a}{b}$. Der Quotient, der ausſagt, wie vielmal die eine Größe in der andern enthalten iſt, heißt der Exponent des geometriſchen Verhältniſſes, der eine ganze Zahl, oder auch ein Bruch (ein ächter, oder ſtatt deſſen ein unächter) ſein kann; iſt das vordere Glied (die erſte Zahl) des Verhältniſſes, kleiner, als das hintere oder zweite Glied (als die zweite Zahl), ſo iſt der Exponent ſtets eine gebrochene Zahl, aber auch wenn das Gegentheil gegeben, kann der Exponent ein Bruch ſein; bei 24 : 72 iſt er $= ^1/_3$; bei 24 : 18 $= ^4/_3$. Alle Veränderungen, welche mit Brüchen unternommen werden können, ſind auch mit jedem geometriſchen Verhältniſſe durchführbar, denn jedes derſelben iſt, ſeinem Weſen nach, ein Bruch; daher auch jede Multiplikation und ebenſo jede Diviſion, die mittelſt derſelben Zahl mit dem vordern und hintern Gliede vollzogen wird, läßt das Verhältniß ſelbſt ganz ungeändert;

$x^{\frac{n}{m}} - x^{\frac{t}{r}} = x^{\frac{nr}{mr}} - x^{\frac{tm}{rm}} = \sqrt[mr]{x^{nr}} - \sqrt[mt]{x^{tm}}$. Hat zwar die Potenz keinen Bruchexponenten, man findet aber nöthig ihr einen zu geben, ſo geſchieht dieſes, indem man ihr einen zuweist, deſſen Nenner 1 iſt, wie denn z. B. a^{m-1} gedacht werden kann, als $= a^{\frac{m \cdot 1}{1}}$. Es gibt ferner, als Beiſpiel für die Multiplication, $x^{\frac{1}{2}} x_{n} = x^{\frac{1m}{2m}} \cdot x^{\frac{n \cdot 2}{m 2}} = x^{m + \frac{2n}{2m}} = \sqrt[2m]{x^{m+2n}}$. Für die Diviſion $a^{\frac{1}{2}} : a^{\frac{1}{4}} = a^{\frac{1 \cdot 4}{2 \cdot 4}} : a^{\frac{1 \cdot 2}{4 \cdot 2}} = a^{\frac{4}{8}} : a^{\frac{2}{8}} = a^{\frac{4-2}{8}} = a^{\frac{2}{8}} = a^{\frac{1}{4}} = \sqrt[4]{a}$.. Daß „Multiplication des Zählers“ der Bruchpotenz zur Erhöhung der Potenz, und „Diviſion ihres Exponenten“ (oder, was daſſelbe iſt: Multiplication des Nenners) zur Erniedrigung derſelben führt, folgt ſchon aus dem Vorhergehenden, und dies iſt dann ein Ausziehen des Radix (S. 622) aus dem Bruchexponenten. Uebrigens iſt, gemäß des Begriffes der Wurzel (S. 619) $\sqrt[n]{a}$, zur nten Potenz erhoben [und mithin auch $\left(\sqrt[n]{a}\right)^n$] $= a$, und wenn n eine ganze Zahl bedeutet $a = (a^n)^{\frac{1}{n}}$, und beide Ausdrücke von a einander gleich geſezt, führen zu der Folgerung: $(a^n)^{\frac{1}{n}} = \left(\sqrt[n]{a}\right)^n$, mithin $a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a}$, alſo: Potenzen, deren Exponenten aus Brüchen beſtehen, beſagen daſſelbe, man $2a + 2d = 2 \cdot (a + d)$ oder, in obigem Beiſpiele : $2 + 14 = 2 \cdot 8$. Auch ergibt ſich ſchon aus dem Vorhergehenden ſehr leicht, wie aus 3 gegebenen Gliedern einer arithmetiſchen Proportion das 4te zu finden ſei? Sucht man nemlich ein äußeres Glied, ſo addirt man die innern, und zieht von der Summe das eine gegebene äußere ab, ſo bietet der Reſt das geſuchte dar; und will man ein inneres finden, ſo ſummirt man die äußeren Glieder und ſubtrahirt dann hievon das eine gegebene innere, ſo verbleibt wiederum als Reſt das hiemit gefundene. Fehlt aber bei der ſtetigen Proportion das erſte oder lezte Glied, ſo hat man nur vom Doppelten des mittlern das lezte oder erſte abzuziehen, und falls das mittelſte nicht vorhanden war, nur die Summe des erſten und lezten zu halbiren, um das geſuchte zu erhalten. Es ſei

$$\div\, x - y - z,$$

ſo iſt $x + z = 2y$

u. beiderſeits gehälftet $\overline{x + z} = y$,

woraus hervorgeht, daß man — was für die Phyſik und für deren Anwendung auf das gewerbliche Leben wichtig iſt — von zwei nicht ſicheren Werthen, von welchen muthmaßlich der eine weniger, der andere mehr als der richtige Werth beträgt, einen mittleren aufzufinden vermag, deſſen Größe jener des richtigen Werthes näher kommt, als jener der beiden. In jeder geometriſchen Proportion (S. 648 f.) iſt das Product der beiden inneren Glieder größlich gleich dem der beiden äußeren;

was die ihnen analogen Wurzelgrößen ausdrücken. *) Jeder gewöhnliche Bruch verwandelt ſich in einen *zehntheiligen* oder *Decimal-Bruch*, wenn man deſſen Zähler, nach einem Punkte, zur rechten Seite mehrere Nullen anreihet, und dann ſolchen, lediglich ſeiner Form (aber keineswegs ſeinem Werthe nach) verlängerte Zähler durch ſeinen Nenner dividirt; ſolchen Weges wird z. B. $4/5 = 0{,}8$ (d. h. 5 in 4 habe ich 0, 5 in 40 dagegen 8); $4/5$ iſt mithin gleich dem Decimalbruch 0,8, d. i. Achtzehntel. Ferner $7/9$ gibt in dieſer Weiſe (9 | 7.000000.. | 0.777777... Man ſieht hieraus, daß der Nen-

iſt $4 : 12 = 5 : 15$ ſo iſt auch $4 \times 15 = 12 \times 5$, nämlich in beiden Fällen $= 60$ und iſt $m : n = p : q$, ſo iſt auch $\frac{m}{n} = \frac{p}{q}$ und unter einerlei Benennung: $\frac{m\,q}{n\,q} = \frac{n\,p}{n\,q}$ und beiderſeitig durch $q\,n$ multiplicirt: $m\,q = n\,p$, und eben ſo geben in folgenden ſieben Fällen beide äußere Glieder miteinander multiplicirt daſſelbe, was die beiden innern unter gleichen Bedingungen hervorgehen machen: Es ſeien $a : ab = c : cb$, ſo bilden dieſe 4 Glieder *rückwärts*: $ab : a = cb : c$; *verwechſelt*:

*) Mithin iſt der Ausdruck $a^{\frac{1}{n}}$, hervorgegangen durch *Analogie* (d. h. gemäß dem zur Uebereinſtimmung führenden Aehnlichkeits-Geſetz) mittelſt Rechnung mit *Potenzen*, welche ganze poſitive Zahlen zu Exponenten hatten, nur eine andere Bezeichnung von $\sqrt[n]{a}$. Daſſelbe gilt aber auch von den Ausdrücken a^0 und a^{-n}. *Potenzen mit Null* (S. 626 rechte Spalte) erhält man, wenn die zugehörigen Exponenten der Zählgröße einander gleich ſind; denn da die Diviſion der Potenzen in der Subtraction ihrer Exponenten beſteht, ſo heben ſich dieſe zu 0 auf, wenn ſie einander gleich und beide poſitiv ſind. Es ſeien z. B. m und n Exponenten von a und a; um die Potenz a^m durch die a^n zu dividiren, hat man $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$ mithin auch, Falls $m = n$ iſt, $\frac{a^m}{a^m} = a^{m-m} = a^0$; dieſes a^0 iſt aber $= 1$, weil jede Größe mit dem Exponenten 0 gleich der Einheit ($= 1$) iſt; d. h. man kann, unter anderen Einheits-Bezeichnungsweiſen (z. B. $\frac{a}{b} \cdot \frac{b}{a} = 1$), auch durch a^0 ſolche Bezeichnung vollziehen, ohne damit ſagen zu wollen, daß die Größe a^0 (wie a^m ein Erzeugniß von m Factoren iſt) ein Product von Null Factoren ſei. Mit Rückſicht auf die, hinſichtlich des Rechnens mit Potenzen, bereits beigebrachten Regeln, und unter Vorausſetzung des in Beziehung auf die Potenzen a^m und a^n zuvor bemerkten, lauten die hieher gehörigen Formeln, wenn m und n irgend beliebige Größen-Werthe bezeichnen, für nachbenannte Rechnungs-Arten, wie folgt: für die *Multiplication* $a_m, a_n = a^{m+n}$; für die *Diviſion* $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$; für die *Potenzirung* oder Erhebung zur Potenz $(a^m)_n = a^{mn}$; für die *Wurzel-Ausziehung* $\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}$ (und außerdem noch, wie zuvor nachgewieſen $a^{-m} = \frac{1}{a^m}$ und $a^0 = 1$).

$\frac{5.2}{4.2} - \frac{9}{7} = \frac{10}{8} - \frac{9}{8}) = \frac{1}{8}$ betragen, was, als Ergebniß der Aufgabe, des Minuendus- und Subtrahens-Größen vereint $(\frac{3}{8} - \frac{1}{8} = \frac{2}{8}) = \frac{1}{4}$ gewährt; hätten aber die Brüche $\frac{3}{8} - \frac{1}{8}$ nicht einerlei Nenner gehabt, ſo würde man ſie zuvor unter einerlei Benennung haben bringen, und dann lezteren von erſteren abziehen müſſen; vergl. oben S. 622—623 rechte Spalte. Uebrigens ergibt ſich ſchon aus dem Vorhergehenden, daß die Multiplication der Brüche mit Brüchen erfolgt, wenn man ſowohl ihre Zähler, als ihre Nenner, jede für ſich miteinander multiplicirt, d. h. wenn man das Product der Zähler zum neuen oder gemeinſchaftlichen Zähler erhebt und ebenſo das der Nenner zum neuen Nenner macht. Es ſei $\frac{a}{b}$ ein Bruch, der Quotient desſelben heiße n; daſſelbe gelte von $\frac{c}{d}$, in Beziehung auf m (was aber von $\frac{c}{b}$ gilt, iſt auch gültig von jedem anderen möglichen Bruche) mithin $\frac{a}{b} = n$ und $\frac{c}{d} = m$; mithin $\frac{a\,c}{b.d} = n\,m$ und daher auch $\frac{a.c}{bd} = \frac{ac}{bd}$, und $\frac{a}{b}$ iſt mit $\frac{c}{d}$ multiplicirt, indem d der Zähler des einen Bruchs mit dem Zähler des anderen, und den Nenner des einen mit dem Nenner des andern multi-

in ſeiner Potenz ſo weit erhöhet iſt, als das Verhältniß die Vervielfältigung zuließ. Gezweifältigt (R. duplicata) wurde ein Verhältniß genannt, wenn es aus zwei, gedreifältigt (R. triplicata) wenn es aus drei ähnlichen Verhältniſſen hervorgegangen war ꝛc.; Verhältniſſe mit ungleichen Exponenten (2 : 3 verglichen mit 4 : 5) nannte (und nennt man) verſchiedene geartete (R. diversae, dissimeles, inaequales) oder verſchiedene (2 iſt ⅔ von 3, 4 hingegen ⅘ von 5; ⅔ und ⅘ ſind einander ungleich, und 2 iſt nicht eine ſolche Größe von 3, wie 4 von 5). Rational wurde (und wird) das Verhältniß genannt, wenn es ſich in Größen ausdrücken läßt, welche entweder aus lauter Einheiten, oder aus gleichen Theilen der Einheiten beſtehen (z. B. 5 und ⅝; 3 und ¾ ꝛc.) Verhält ſich z. B. a zu b wie 1 : 2, oder wie 5 zu 7, ſo ſtellt es ein rationales Verhältniß (R. rationalis) dar; Verhältniß der Verhältniſſe (R. rationum) entſprechend einem Bruch des Bruchs hingegen wurde genannt das Verhältniß der Exponenten zweier rationalen Verhältniſſe, z. B. der Verhältniſſe 6 : 3 und 24 : 8, wo der Exponent des erſtern 2, des leztern dagegen 3 iſt; das Verhältniß der Verhältniſſe 6 : 3 und 24 : 8 iſt mithin wie 2 : 3; d. h. 6/3 verhält ſich zu 24/8 wie 2 : 3. Was ein irrationales Verhältniß ſei, ergibt ſich aus der Erklärung des rationalen; vergl. auch oben S. 626. Rational-Größe iſt jede, welche kein Wurzelzeichen vor ſich hat, oder die ſich durch 1

plicirt wurde. Man ſetze $1 \frac{2}{5} \cdot 3 \frac{5}{7} = \frac{7}{5} \cdot \frac{26}{7} = \frac{182}{35} = 5 \frac{1}{5}$.
Werden aber ächte Brüche mit einander multiplicirt, oder ein Ganzes mit einem ächten Bruch, ſo iſt das Product ſtets kleiner, als einer der Factoren; z. B. $\frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$ und $2 \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$, während, wenn unächte Brüche mit einander zu multipliciren ſind (da jeder unächte Bruch größer als 1 iſt), die Producte an Größe immer jeden einzelnen der Factoren übertreffen. Wie Brüche, durch mit ſich ſelber vollzogene Multiplication, zu Potenzen erhoben werden, ergibt ſich aus Seite 621, rechte Spalte. Daher z. B. $^3/_4$ zur zweiten Potenz erhoben, d. i. $^3/_4$ mal $^3/_4 = \frac{3^2}{4^2} = \frac{9}{16}$ (vergl. S. 623); zur fünften Potenz $\left(\frac{3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3}{4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4}\right) = \frac{3^5}{4^5} = \frac{243}{1024}$; zur nten Potenz = (d. h. zu der ſovielten Potenz, als man will; weil n jede denkbare Zahl bedeuten kann) $\frac{3^n}{8^n}$, und in Buchſtaben $\frac{n}{m}$ zur 4ten Potenz erhoben, würde ſein $\frac{n \cdot n \cdot n \cdot n}{m \cdot m \cdot m \cdot m} = \frac{n^4}{m^4}$ und zur rten Potenz $= \frac{n^r}{m^r}$. Je höher die Potenz, zu der man ächte Brüche erhebt, um ſo kleiner wird der Bruch (denn man multiplicirt ſie ja ſtets mit einer Größe, die kleiner iſt als 1), und endlich kleiner iſt als jede Größe, die man ſich vorzuſtellen ausmeſſen läßt; Rational-Wurzel iſt die einer Potenz, oder auch einer Gleichung, die ſich durch Rationalzahlen ausdrücken läßt. Umgekehrt oder verkehrt (R. inversa oder R. reciproca) wird ein Verhältniß, wenn man die Stellen ſeiner Glieder wechſelt; 7 : 9 iſt das umgekehrte Verhältniß von 9:7. Rational iſt die Auflöſung (Solutio, d. i. die Art, wie man eine Aufgabe löst), wenn ſie mit Rational-Größen oder Zahlen vollzogen worden. Unendlich heißt die Auflöſung (s. indefinitio), wenn man ſie, mittelſt Buchſtaben-Rechnung zu einer Regel geführt hat, nach welcher alle zur Aufgabe gehörigen Fälle und Beiſpiele ſich ableiten und auflöſen laſſen. Hinſichtlich der in dem Vorhergehenden ſchon häufig in Gebrauch genommenen Buchſtaben-Rechnung, dürfte es nicht unnöthig ſein, zur Förderung des zugehörigen Verſtändniſſes, noch Folgendes zu bemerken: 1) wiewohl jeder Buchſtabe jede Art von Zahlen bedeuten kann, ſo gibt es doch Bedingungen, welche dieſe Willkühr beſchränken; z. B. eine gerade Zahl iſt bekanntlich eine, die 2 zu einem Factor hat (während Zahlen, welche weiter keine Factoren als 1 und ſich ſelbſt haben, z. B. 2, 3, 5 Primzahlen, die übrigen aber zuſammengeſetzte Zahlen genannt werden); es muß mithin der andere Factor eine ganze Zahl ſein, wenn ſein Zweifaches eine gewähren ſoll. Im Allgemeinen läßt ſich nnn die gerade Zahl durch 2 m darſtellen, wo m jede, aber immer nur eine ganze Zahl bedeuten kann, der Ausdruck 2 m + 1, hingegen jede ungerade Zahl

vermag, das iſt **unendlich klein**, jedoch ohne daß er dadurch aufhörte, Bruch zu ſein; woraus dann weiter folgt: daß, wenn man Zähler und Nenner zu gleichen Potenzen erhoben, alſo eine **Bruchpotenz** erhalten hat, auch jene Größe, durch deren Selbſtmultiplication ſie entſtanden, d. i. die **Wurzel** derſelben (S. 622) auch ein Bruch ſein muß. Bei in Klammern eingeſchloſſenen Größen, die zu Potenzen erhoben werden ſollen, pflegt man oben an der Klammer zu bemerken, zu der wievielſten Potenz die Erhebung vor ſich zu gehen hat; z. B. $\frac{(a\,n + b)^2}{(a - x)^2} = \frac{(a\,n + b)\,.\,(a\,n + b)}{a - x\;.\;(a - x)} = \frac{a^2 n^2 + 2\,a\,n\,b + b^2}{a^2 - 2\,a\,x + x^2}$. Vergl. S. 623—625 rechte Spalte. Uebrigens gilt rückſichtlich der + und — Werthe der zu multiplicirenden Brüche, was von ganzen Zahlen in dieſer Beziehung gültig iſt; Brüche von **einerlei** Zeichen (es ſei dies + oder —) geben ſtets + Producte; Brüche von **verſchiedenen** Zeichen immer — Erzeugniſſe; $+\frac{3}{7}\cdot+\frac{2}{7}=+\frac{6}{49}$ und ferner $-\frac{3}{7}\cdot-\frac{2}{7}=+\frac{6}{49}$; hingegen $-\frac{3}{7}\cdot+\frac{2}{7}=-\frac{6}{49}$ und $+\frac{3}{7}\cdot-\frac{2}{7}=-\frac{6}{49}$; oder $+\frac{a}{b}\cdot+\frac{c}{d}=+\frac{ac}{bd}$ und $-\frac{a}{b}\cdot-\frac{c}{b}=+\frac{ac}{bd}$, dagegen $+\frac{a}{b}\cdot-\frac{c}{d}=\frac{-ac}{bd}$ und $\frac{-a}{b}\cdot+\frac{c}{d}=\frac{-ac}{bd}$. Hinſichtlich der **Diviſion** oder Gleichtheilung möge, als Nachtrag anzudeuten, geeignet erſcheinen; 2) ergibt ſich ſchon aus dem Vorhergehenden, daß in Fällen, in welchen, bei einerlei Rechnung, ein und dieſelbe Größe mehrmal vorkommt, ſie nicht durch einen neuen Buchſtaben bezeichnet, ſondern der ſchon in Gebrauch genommene beibehalten, die Mehrmaligkeit deſſelben aber nicht additionsweiſe, ſondern nach Art der Multiplication ausgedrückt wird; z. B. $a + a + a = 3\,a$, und eben ſo auch $3\,a + 2\,a = 5\,a - 2\,a = 3\,a$ und $-2\,a = a$; denn nur die Größe **vor** dem Buchſtaben, d. i. deſſen **Coefficient** (S. 625) zeigt an: wie vielmal derſelbe genommen werden ſoll. Deſſelben Verfahrens bedient man ſich auch in der **Stöchiometrie** (S. 631), indem man denen Verbindungen der durch lateiniſche Großbuchſtaben — mit oder ohne Anhang von Kleinbuchſtaben — bezeichneten **Grundſtoff-Größen** (S. 693 ff. und 320), d. h. Grundſtoff-Verhältnißmengen, jene **Ziffern** (S. 605) vorſezt, welche anzeigen ſollen, wie oft die **Verhältnißmenge** (oder, was **daſſelbe** bedeutet: wie oft ein **chemiſches Atom** (a. a. O. und S. 319 und ff.) ſolcher Verbindung als vorhanden gedacht, oder genommen werden ſoll; z. B. KO (Kalium-Sauerſtoff oder, wie dieſe Verbindung genannt wird: **Kali**; S. 203) 2 CO 2 (2 Carbonſäure oder Kohlenſäure, d. Kohlen-Sauerſtoff; a. a. O.), heißt **ein** Atom **Kali** verbunden mit **zwei** Atomen Carbonſäure (O iſt nemlich der Anfangs-Buchſtabe von **Oxygen** oder Oxygenium, d. i. Säure-Erzeuger oder Sauerſtoff; S. 7, 94 ff.). Steht dagegen die

zu S. 629 ff. rechte Spalte, hier noch folgen: 1) Gleichtheilung eines Bruchs durch ein Ganzes, läßt ſich ganz allgemein ausdrücken durch $\frac{a}{b} : c = \frac{a:c}{b}$; $\left(\frac{6}{7} : 3 = \frac{2}{7}\right)$; 2) um Brüche durch Ganze zu dividiren, hat man ihre Nenner mit ſolchen Ganzen zu multipliciren (daher auch $\frac{6}{7} : 3 = \frac{6}{21} = \frac{2}{7}$) $\frac{a}{b} : c = \frac{a.c:c}{a.b} = \frac{a.c:c}{b.c} = \frac{a}{b.c}$ (wo $\frac{a}{b}$ jeden ächten, wie jeden unächten Bruch und c jede Ganzzahl vorſtellt); 3) wie jede Ganzzahl, die durch einen Bruch gegleichtheilt werden ſoll, ſelber als Bruch zu ſetzen iſt, wurde bereits S. 627 ff. und 636 ff. linke Spalte bemerkt; hat man dann beide Brüche, der des Dividend und jener des Diviſor unter einerlei Benennung gebracht, ſo dividirt man Zähler durch Zähler; $\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{a.c}{b.d} : \frac{c.b}{b.d} = \frac{ad}{cb}$; $\frac{2}{3} : \frac{6}{5} = \frac{5}{9}$; 4) ſind Brüche durch Brüche zu gleichtheilen, ſo wandelt man, den Diviſor umkehrend, die Diviſion in Multiplication (dabei aber, Falls der urſprüngliche Diviſor eine ganze Zahl darſtellt, ihm den Nenner 1 beigebend; worauf dann der hiedurch entſtandene Bruch umgekehrt wird); $2 : \frac{7}{8} = \frac{2}{1} : \frac{7}{8} = \frac{2}{1} : \frac{8}{7} = \frac{16}{7} = 2\frac{2}{7}$; $\frac{9}{10} : \frac{7}{10} = \frac{9}{10} . \frac{10}{7} = \frac{90}{70} = \frac{9}{7} =$

Ziffer hinter einem, mit einem andern Stoff, oder mit mehreren anderen Stoffen verbundenem Stoff, ſo zeigt dieſe Stellung an, daß nur dieſer eine Stoff in der (einfachen) Verbindung in mehr als einmaliger Atom-Menge, oder mehr als einmal, (nemlich ſo oft, wie die Ziffer anzeigt) zugegen iſt; z. B. BaO iſt Baryum-Oxyd, genannt Baryt, BaO_2 iſt Baryum: Hyperoxyd; MnO iſt Mangan-Oxyd (oder Mangan-Oxydul) MnO_2 iſt Mangan-Hyperoxyd (oder Braunſtein); ferner FeO iſt Eiſenoxydul, Fe_2O_3 (zwei Atome Eiſen gegen drei Atome Oxygen) iſt Eiſenoxyd; FeS iſt Einfach-Schwefel-Eiſen; Fe_2S_3 hingegen Anderthalb- und FeS_2 Doppelt-Schwefeleiſen, und während $Fe_2O_3 + 3SO_3$ das in Chile als Bergart vorkommende, oder ſogenannte natürlich gebildete Schwefelſäure-Eiſenoxyd (oder ſchwefelſaures Eiſenoxyd) bezeichnet, iſt das, durch Aufnahme von Kali-Schwefelſäure (ſchwefelſaures Kali oder Kali-Sulphat) zu einem dem Alaun gleichförmig geſtalteten (ihm iſomorphen) farbloſen Salze ſich verbindende Eiſenoxydſulphat, das unter Beitritt des nöthigen Waſſers iſt $= KOSO3 + (2Fe_2O_3 + 3SO3) + 24H_2O$ (d. i. Waſſer, was auch durch Aq bezeichnet zu werden pflegt), oder auch $= K + 4Fe + 48H + 43O$; 3) iſt ein Buchſtabe ohne Coefficient geſchrieben, ſo iſt ſein nicht beigefügter Coefficient $= 1$ vorauszuſetzen; 4) iſt bei Größen, die addirt oder ſubtrahirt werden ſollen, der Buchſtabe ein und derſelbe, ſo vollzieht man die eine oder die andere Rechnungsart nur mit ihren

beiden Seiten (n—1) abzuziehen, wodurch verbleibt $y - (n-1) = a$; um d zu finden, zieht man zuvörderſt beiderſeits a ab, was $y - a = (n-1)\,d$ gibt, und woraus durch beiderſeitige Diviſion mit n—1 das geſuchte d hervorgeht; nämlich $\frac{y-a}{n-1} = d$; und verlangt man n zu finden, ſo hat man $y-a = (n-1)\,d$ beiderſeitig mit d zu dividiren, was $\frac{y-a}{d} = n - 1$ gibt, und dann auf beiden Seiten 1 zu addiren, wo dann $\frac{y-a}{d} + 1 = n$ gewährt. Die über den Gliedern ſtehenden Zahlzeichen, heißen, weil ſie anzeigen: von dem wievielſten Gliede es ſich handelt: die Zeiger der arithm. Prog., und d) weiſet für jedes der obigen Reihe die Differenz nach. Wachſen die Größen fortdauernd, Glied für Glied, um gleiche Werthe, ſo nennt man die Reihe eine ſteigende, nehmen dagegen die Glieder fortdauernd um gleich viel ab, ſo heißt ſie eine fallende; wie denn 2, 4, 6, 8 ꝛc. eine der erſtern 12, 9, 6, 3, 1 eine der lezteren Art darſtellt (deren Differenz = 3 iſt). Die Haupteigenſchaften der arithm. Reihen ſind: 1) die Summe des erſten und lezten Gliedes iſt gleich der Summe von je zwei gleich weit von den Enden abſtehenden Gliedern; 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 gibt $3 + 17 = 20$; $5 + 15 = 20$; $7 + 13 = 20$ u. ſ. w.; 2) kennt man daher die Summen zweier ſolcher Glieder und die Anzahl aller Glieder, ſo hat man jene Summe nur mit

ten muß. Durch Diviſion gegenſeitig ſo weit wie thunlich aufgehoben, dann jederſeitig die der einzelnen Seite zugehörigen Zahlen unter ſich multiplicirt und mit dem einen Product das andere dividirt, gibt der hierdurch erhaltene lezte Quotient die geſuchte Größe. Dem Erfinder dieſes Verfahrens, dem Holländer de Rees zum Andenken, nennt man es die Rees'ſche Regel; es laſſen ſich nach derſelben alle Aufgaben der ordentlichen oder geraden, wie der verkehrten Regel de tri, ſo wie der Regel Quinque und Multiplex leicht auflöſen. Verwandte Anwendungen der geomet. Proportion, wie die bisher berührten, gewähren auch die α) Geſellſchafts-Rechnung, ſowohl die einfache (mit einem Theilnehmer) wie die zuſammengeſezte (mit mehreren Theilhabern, β) die Vermiſchungs- oder Alligations-Rechnung und γ) die ſog. Regel Falſi (bei der übrigens nichts eigentlich Falſches vorkommt); zu λ: es ſeien gegeben zwei Ganze, deren erſteres einem ſeiner Theile nach bekannt iſt, von deren anderem man aber zu wiſſen verlangt: wie groß ein ihm zugehöriger Theil ſein muß, der zu ihm ſich verhält, wie jener bekannte Theil zu dem erſteren Ganzen? Z. B. an einem Eiſenbahn-Kapital von 4 Million Flor hat jemand (z. B. der Staat, in deſſen Bereich die Bahn liegt) einen Antheil von 1200000 Fl.; es werden mit jenem Geſammt-Kapital jährlich gewonnen 240000 Flor, wie viel kommen davon auf den erwähnten Antheil von 1200000 Flor? Es leuchtet von ſelber ein,

Diviſor $\frac{c}{d}$ multiplicirt, gibt $\left(\frac{ad}{bd} \cdot \frac{c}{d} = \frac{adc}{bcd}\right.$; d gegen d und c gegen c im Zähler und Nenner aufgehoben, hinterläßt den Dividendus $\left.\frac{a}{b}\right)$. Jeder Bruch läßt ſich übrigens nicht nur durch Schreiben, ſondern auch durch eine, mittels Fortrechnung nicht zu beendende Reihe von Gliedern, d. i. durch eine unendliche Reihe, erwachſen durch Diviſion ohne Ende, ausdrücken; weil jede ganze Zahl, die größer iſt als 1, betrachtet werden kann, entweder als ſei ſie durch Addition oder durch Subtraction zweier Größen zu- oder von einander hervorgegangen; *) was ſich, weil durch Buchſtabenbrüche alle möglichen Brüche vorgeſtellt werden können, durch folgende Ausdrücke einfach veranſchaulichen läßt: $\frac{a}{b+c}$ und $\frac{a}{b-c}$. Drückt man z. B. $^1/_6$ ſo aus, ſo iſt $a = 1$, $b = 4$ und c mithin $= 2$, und man hat dann $\frac{1}{4+2} = \frac{1}{4} - \frac{1 \cdot 2}{4^2} + \frac{1 \cdot 2^2}{4^3} - \frac{1 \cdot 2^3}{4^4} + \frac{1 \cdot 2^4}{4^5}$ und ſo fort, entſprechend $\frac{a}{b+c} = \frac{a}{b} - \frac{ac}{b^2} + \frac{ac^2}{b^3} - \frac{ac^3}{b^4} + \frac{ac^4}{b^5} \ldots$; **) dem zweiten Ausder 60 iſt; Brüche dieſer Art nennt man Sexageſimal-Brüche; z. B. $\frac{6}{60^1}$, $\frac{15}{60^2}$, $\frac{27}{60^3}$ u. ſ. w. (Dagegen ſind z. B. 3 Schocke das Product von $3 \cdot 60$, während $5 \cdot 60^2$ geben: 5 Schocke von Schocken). Wie bei den Decimal-Brüchen (ſ. w. unten), ſo läßt man auch bei dieſen die Nenner weg, und bezeichnet die Zähler mit Ordnungs-Ziffern, und hiezu die Exponenten der Nenner mit dem — Zeichen, (die Schocke hingegen mit + 1 und Schocke von Schocken mit + 2 u ſ. f.) Die Addition und Subtraction der Sexageſimal-Brüche findet gerade ſo ſtatt, wie bei den benannten Zahlen, nur daß man, ſo oft durch die Addition eine Summe über 60 erwächst, die geringeren Einheiten zu den höheren durch Diviſion mit 60 reducirt, und beim Subtrahiren eine geborgte Einheit in der nächſtniedrigen Stelle für 60 gilt; z. B. $\overset{0}{24}\ \ \overset{-1}{36}\ \ \overset{-2}{8}\ \ \overset{-3}{55}$

5 - 34 - 54 - 30

Summa = 30 - 11 - 3 - 25

Unterſchied 19 - 1 - 14 - 25

Zur Multiplication werden alle Glieder des Multiplicand mit allen des Multiplicators multiplicirt und jedem einzelnen Producte wird zur Ordnungsziffer jene gegeben, welche durch Summirung der Ordnungsziffern der Factoren hervorgeht; ſo oft aber das Product über 60 ſteigt, wird es, wie bei der

*) Man kann daher z. B. ſtatt $\frac{3}{5}$ ſetzen $\frac{3}{4+1}$ oder $\frac{3}{6-1}$ ꝛc.

**) Und wenn man die Potenzen als ſchon berechnet herſezt $= \frac{1}{4} - \frac{2}{16} + \frac{4}{64} - \frac{8}{256} + \frac{16}{1024} \ldots$

+ 442,650 das chemiſche Verhältnißgewicht oder Atomgewicht (Miſchungsgewicht) des Ag Ch_2 = 1794,256; hiermit in 100,000 dividirt gibt 0,0557334... und hiermit 442,650 und dann 1351,606 multiplicirt gibt für Ch = 24,67038951, für Ag = 75,329797404 oder, abgekürzt 24,67 Ch + 75,33 Ag. Ferner 2 Atom Schwefelſäure oder 2 × 501,16 = 1002,32 Gewichtstheile bilden mit 1 Atom Waſſer, oder mit 112,47 Gewichtsth. das bei 0° C kryſtalliſirte Nordhäuſer Vitriolöl, oder die als Flüſſigkeit 1,9 Eigengewicht habende dunkelbraune rauchende Schwefelſäure, die mithin im kryſtalliniſchen Zuſtande im Hundert zuſammengeſezt iſt aus (1002,32 + 112,47 = 1114,79; hiermit in 100.00 dividirt, gibt zum Quotienten 0,0897...; aber 0,0897mal 1002,32 iſt 89,908104 und 112,47mal macht 10,088559, was mit dem vorigen Product 99,996663, alſo 89,9 waſſerfreier Schwefelſäure und 10,1 Waſſer gibt.) Dieſelbe waſſerfreie Säure mit Waſſer im Verhältniß gleicher Atome (SO_3 d. i. 1 Atom waſſerfreie Schwefelſäure mit H_2O d. i. mit 1 Atom Waſſer) verbunden, ſtellt die ſog. engliſche Schwefelſäure (ſchlechthin auch Schwefelſäure) oder das nicht rauchende Vitriol dar, das ſich von dem Nordhäuſer oder ſächſiſchen Vitriolöle unter andern durch Unriechbarkeit, geringeres, = 1,85 ſich verhaltendes Eigengewicht und dadurch unterſcheidet, daß es erſt bei — 34° C erſtarrt, während es bei + 326° C ſiedet. Es zieht, gleich dem vorhergehenden, Waſſer aus der Luft an, und erhizt ſich, jedoch minder heftig wie das erſte Hydrat, wenn ihm Waſſer (oder Weingeiſt 2c.) beigegeben wird, ſehr ſtark; weshalb man dieſe wie die vorige Säure und ebenſo auch waſſerarme Azotſäure (Salpeterſäure), Phosphorſäure 2c., wenn man ſie mit Waſſer verdünnen will, ſtets die Säure, und zwar nach und nach in kleinen Antheilen, zu dem Waſſer gießen und nicht umgekehrt verfahren muß, wenn man die Zerſprengung der zur Faſſung des Gemiſches beſtimmten Glasgefäſſes vermeiden will. Das Waſſer kann ſich mit anderen Chemiſchwirkſamen, vorzüglich mit ſchon untereinander chemiſch verbundenen Grundſtoffen, weniger und ſeltener mit einzelnen (iſolirten oder unverbundenen) Grundſtoffen, chemiſch ſo vereinigen, daß es gegen dieſe ſchon beſtehenden chemiſchen Verbindungen (als Vertreter der ihnen chemiſch entgegengeſezten Verbindungen) ſich chemiſch wirkſam bezeugt, und wo ſolche chemiſche Bindungen des Waſſers gegeben ſind, nennt man ſie vorzugsweiſe Hydrate, während chemiſch-phyſiſch oder nur phyſiſch gebundenes Waſſer theils nach der Art der ſolcher Wege geſchloſſenen Verbindungen, theils nach dem Erfolge der Bindung benannt wird; wie denn z. B. jene Grundſtoffe und chemiſche Grundſtoffverbindungen, welche, abgeſehen von ihrer gegen das Waſſer gerichteten und auch dieſes chemiſch bindenden Wirkſamkeit, mit anderen Antheilen deſſelben: räumliche Verbindungen eingehen, indem ſie damit kryſtalliſiren, nicht nur chemiſch, ſondern auch chemiſch-phyſiſch, und nicht ſelten daneben

man auch jede ganze Zahl ſolcher fortlaufender Gliederung zu unterwerfen vermöge, erhellet ſchon aus der Möglichkeit, jede dergleichen Zahl als einen Bruch betrachten zu dürfen, deſſen Nenner 1 iſt; S. 632 f. Iſt daher a = 3 und b = 2, c aber = 1, ſo iſt auch $\frac{a}{b-c} = \frac{3}{2-1} = \frac{3}{1}$ (= 3); ſezt man nun den Ausdruck $\frac{3}{2-1}$ in die Reihe, ſo wird

$$3 = \frac{3}{2} + \frac{3.1}{2^2} + \frac{3.1^2}{2} + \frac{3.1^3}{2^4} + \frac{3.1^4}{2^5} + \frac{3.1^5}{2^6} + \frac{3.1^6}{2^7} \dots$$

Da nun aber 1 in allen Potenzen = 1 iſt, und mithin in keiner Potenz multiplicirt, ſo erhält die Reihe

tien, durch 60^4 Quarten u. ſ. f. geben. — Zur **Diviſion** dieſer Rechnungsweiſe wird, nach vorangegangenem Ordnen aller Glieder, erfordert: **zunächſt** mit dem höchſten Gliede des Diviſors in das höchſte des Dividend zu dividiren, hierauf aber die Ordnungsziffer des Diviſors von jener des Dividend abzuziehen und die hiedurch übrigbleibende Ordnungsziffer als ſolche dem Quotienten zuzuweiſen; **dann** mit dieſem Quotienten alle Glieder des Diviſors zu multipliciren und die ſolchen Weges gewonnenen Producte von denen ihnen entſprechenden Gliedern des Dividend abzuziehen. Sollte jedoch das erſte Glied zu klein ſein, um die Diviſion zu geſtatten, ſo bringt man es

---

und iſt in $\frac{a}{1-b} = a + ab + ab^2 + \dots$ a = 1 und b = $^1/_{10}$, ſo erhält man einen Ausdruck, der mit jenem weſentlich übereinſtimmt, welcher hervorgeht, wenn man, in der Rechnung mit **Decimalbrüchen** (S. 651), z. B. 10 durch 9, oder durch 3 fortlaufend dividirt, nemlich in jenem Falle $^1/_9 = {}^1/_{10} + {}^1/_{100} + {}^1/_{1000}$ ꝛc., in dieſen Fällen aber $^1/_9$ = 0,11111 . . .; $^1/_3$ = 0,33333 . . . Könnte man $^1/_2 + {}^1/_4 + {}^1/_8 + {}^1/_{16} + {}^1/_{32} + {}^1/_{64} + {}^1/_{128} + {}^1/_{256} + {}^1/_{512} \dots$ und ſo fort ins Unendliche ſummiren, ſo würde eine Summe erwachſen, die dem Werth von 1 unendlich nahe ſtände, und die ihn zwar nicht wirklich erreicht aber doch = 1 geſezt wird, (ſ. w. unten.) Denken wir uns einen Körper ins Unendliche gehälftet, ſo würden daraus doch nie **untheilbare** Theilchen hervorgehen, d. h. ſo würde man dadurch doch nie zu **lezten** oder **unendlich kleinen** Theilchen, oder **nicht minderungsfähigen** Körperchen (oder zu ſogenannten Raum-Atomen) gelangen, weil ein unendlich fortſchreitendes Theilen nie zu einem **lezten** Theilen führen kann; indem der (negative) Verſtandes-Begriff des Unendlichen (Ohne-Ende-Seienden) ſolches Lezte ausſchließt. Auch gibt uns die Natur keinen Maaßſtab für das Unendlich-Kleine (deſſen Mathematiſches Zeichen $\frac{1}{\infty}$ iſt; S. 618 linke Spalte) wohl aber hat es die Mathematik als ein Gedachtes vorausgeſezt; denn das Punct iſt der Ausdruck für das unausgedehnte Oertliche oder für die **unendlich kleine** (als ſolche unbedingte) **Oertlichkeit**, für das unbedingte (abſolute) **Wo**? Hingegen haben wir im Weltall ein wahrhaft **Unendlich-Großes**; eine Größe, die eines Zuſatzes durchaus unfähig iſt. Ebenſo haben wir in der Anhebung und Beendung irgend eines Zeittheils eine **Zeit-Dauer**, die = $\frac{1}{\infty}$ gedacht und geſezt werden kann, in der weder Anfang noch Ende habenden **Ewigkeit** hingegen eine Dauer von unendlicher Größe.

folgende Werthe: $\frac{3}{2} + \frac{3}{4} + \frac{3}{8} + \frac{3}{16} + \frac{3}{32} + \frac{3}{64} + \frac{3}{128} \ldots$ Dieſe, nur bis hieher ſie verfolgend, geben mitſammen $\frac{381}{128}$, mithin $\frac{3}{128}$ weniger, als gegeben ſein müßte, wenn die Summe $= \frac{384}{128} = 3$ werden ſollte. Nicht ſelten iſt es ebenſo nöthig als nützlich: **benannte** Brüche (das ſind Brüche, welche die arithmetiſche Größe eines **namhaften** Gegenſtandes ausdrücken) höherer Benennungen in Theile niederer (oder geringerer) Benennung auszudrücken. Mit Rückſicht auf das, in dieſer Hinſicht (S. 632 f. rechte Spalte) bereits Entwickelte, iſt hier noch beizufügen: daß die Formel $\frac{a \cdot c}{b}$ für alle hieher gehörige Fälle, als allgemeinſte Regel gilt; z. B. wieviel Kreuzer ſind 1 ¾ **rheiniſche Gulden** (Flor.) und 2 ¼ dergleichen Batzen? Da man weiß, daß 1 rh. fl. = 60 kr. und 1 rh. Batzen = 4 kr., ſo hat man:

$$\frac{7 \cdot 60}{4} + \frac{9 \cdot 4}{4} = 114 \text{ kr.}$$

und ebenſo auf die Frage: wieviel **Bogen Schreibpapier** gehen auf 1 ¼ Ballen, ⅕ Ries und ½ Buch (da 1 Ballen = 10 Ries, 1 Ries 20 Buch und 1 Buch 24 Bogen hält)? Antwort 6108 Bogen; oder: wieviel Stück **Häute** (ſog. Rauchwerk) gehen auf 1 ⅛ Zimmer und 1 ¾ Dächer, da 1 Zimmer 4 Dächer, 1 Dächer 10 Stück hat? Antwort 22 Stück; ferner: wieviel **Silbergroſchen** enthalten 2 ⅚ Zollvereins-Thaler, da 1 Thaler aus zur nächſt niedrigeren Klaſſe zurück; die hier etwa ſchon vorliegenden Einheiten dieſer Klaſſe mit hinzuziehend. Multiplicirt man, nach beendeter Diviſion, den erhaltenen Quotienten mit dem Diviſor, ſo muß, hat man richtig dividirt, auch hier ein dem Dividend gleichendes Product hervorgehen.

$$\overset{-1}{9}\ \overset{-2}{10}\ \Big|\ \overset{-1}{37}\ \ \overset{-2}{55}\ \ \overset{-3}{10}\ \Big|\ \overset{0}{4}\ \ \overset{-1}{8}\ \ \overset{-2}{12}$$

$$\begin{array}{r}
36\ \ 40 \\ \hline
15 \\
1 = 60 \\ \hline
\overset{-2}{75,}\ \ \overset{-3}{10} \\
73\ \ 20 \\ \hline
50 \\
1 = 60 \\ \hline
\overset{-3}{110} \\
\overset{-3}{110} \\ \hline
0
\end{array}$$

Um das Sexagenal-Rechnen zu erleichtern, erfand, wie **Neper** die gemeinen, ſo **Samuel Reyher** die **Sexageſimal-Rechenſtäbe.** Die nach Art des „Einmaleins“ hieher gehörigen **Rechen-Tafeln** erhielten die Benennung **Canon Sexagenarum.** Man findet ſie in mehreren, z. B. in **Strauchs** Rechentafeln. — Werden zwei gleiche **Verhältniſſe** (S. 638) durch das Gleichheits-Zeichen (S. 608) verbunden, ſo entſteht entweder eine **arithmetiſche** oder eine **geometriſche** Proportion, je nachdem die Verhältniſſe arithmetiſche oder geometriſche waren; z. B. 6 — 8 = 12 — 14 und 4 : 12 = 5 : 15. Wird die Benennung **Proportion** ohne weiteren Zuſatz gebraucht, ſo wird darunter nur eine der lezteren Art, d. i. eine **geometriſche** verſtanden. Man unterſcheidet **unterbrochene**

60 Silbergroſchen beſteht? Antwort 170. In Fällen, wo die **Potenzen** (S. 620 — 626) aus **Brüchen** beſtehen, unterwirft man dieſe, um ſie zu **multipliciren** oder zu **dividiren**, einer gleichen Behandlung, wie die übrigen Brüche; vorausgeſezt, daß Zähler und Nenner ſolcher Potenz-Brüche, wenn ſie mit einerlei Zahl multiplicirt oder dividirt werden, keiner weſentlichen Veränänderung unterliegen. Daſſelbe gilt auch vom **Addiren** und **Subtrahiren** der Potenz-Brüche, jedoch ſummirt man hier nicht die unter einerlei Nenner gebrachten Zähler, ſondern man bringt ſie zwar auch zuvor unter einerlei Benennung, aber nur des bequemeren Ausdrucks wegen, und ſezt dann aber zwiſchen je zwei Potenzen der Art das + oder —; denn addiren und ſubtrahiren der Exponenten, heißt ſie mit einander multipliciren und dividiren; (während das Multipliciren derſelben, wenn ſie gleicher Benennung unterworfen erſcheinen, ein **Addiren**, ſo wie deren „Diviſion" ein **Subtrahiren** ihrer Exponenten iſt); ſ. S. 620, wie ſolches folgende Beiſpiele erläutern mögen; $\sqrt{x^3}$ zu $3\sqrt{x^4}$ **addirt**, gibt $x^{3/2} + x^{4/3}$, und unter einerlei Benennung gebracht, gewährt lezterer Ausdruck $n^{\frac{3}{2}\cdot\frac{3}{3}} + n^{\frac{4}{3}\cdot\frac{2}{2}} = n^{9/6} + x^{8/6} = \sqrt[6]{x^9} + \sqrt[6]{x^8}$; ferner $\sqrt[n]{y^r} + \sqrt[m]{y^s} = y^{\frac{r}{n}} + y^{\frac{s}{m}} = y^{\frac{rm}{nm}} + y^{\frac{sn}{mn}} = \sqrt[nm]{y^{rm}} + \sqrt[nm]{y^{sn}}$; und **ſubtrahirt** würde $x^{3/2} - x^{4/3}$ ſein $= x^{\frac{3}{2}\cdot\frac{3}{3}} - x^{\frac{4}{3}\cdot\frac{2}{2}} = x^{9/6} - x^{8/6} = \sqrt[6]{x^9} - \sqrt[6]{x^5}$, und **ſtetige** Proportionen (Proportio discreta und P. continua); in **erſterer** ſtimmt keines der einzelnen 4 Glieder mit dem andern überein (wie ſolches in obigen Beiſpielen der Fall iſt), in **lezterer** iſt das zweite und dritte Glied einerlei; $2 - 8 = 8 - 14$ iſt ein hieher gehöriges Beiſpiel der **arithmetiſchen**, $4 : 8 = 8 : 16$ eines der **geometriſchen** ſtetigen Proportion. In jeder **arithmetiſchen** Proportion iſt die Größe der **Summe** des **erſten** und **vierten** Gliedes (oder der **äußeren** Glieder) **gleich** jener der **Summe** des zweiten und dritten, (oder der inneren Glieder) und hatte man das **arithmetiſche Verhältniß** (S. 630 rechte Spalte) allgemein durch $a - a + d$ darſtellt (wo a das vorhergehende, $a + d$ das nachfolgende Glied und d der Denominator iſt), ſo kann man ebenſo allgemein den Beweis für jenes Geſetz der arithmetiſchen Proportion ausdrücken, wie folgt: $a - (a + d) = c - (c + d)$; denn die äußern Glieder zuſammen genommen, geben $a + c + d$ (mithin erſtes, drittes und Denominator), die innern aber auch, nemlich $a + c + d$; mithin ſind beide Summen gleich. Ebenſo iſt in obigem Beiſpiel $2 + 14 = 16$, und $8 + 8$ auch 16. Auch folgt, daß bei der **ſtetigen** arithmetiſchen Proportion die **Summe** der **äußern Glieder** der **gedoppelten** des **mittleren** Gliedes (das iſt des nur einmal vorkommenden 2ten und 3ten Gliedes) gleich und ihr allgemeiner Ausdruck ſein muß: $a - (a + d) = (a + d) - (a + 2d)$, und kommt das erſte Glied a noch zu dem vierten, ſo erhält

$x^{\frac{n}{m}} - x^{\frac{t}{r}} = x^{\frac{nr}{mr}} - x^{\frac{tm}{rm}} = \sqrt[mr]{x^{nr}} - \sqrt[mt]{x^{tm}}$. Hat zwar die Potenz keinen Bruchexponenten, man findet aber nöthig ihr einen zu geben, ſo geſchieht dieſes, indem man ihr einen zuweist, deſſen Nenner 1 iſt, wie denn z. B. a^{m-1} gedacht werden kann, als $= a^{\frac{m \cdot 1}{1}}$. Es gibt ferner, als Beiſpiel für die Multiplication, $x^{1/2}\, x_n = x^{\frac{1m}{2m}} \cdot x^{\frac{n \cdot 2}{m\,2}} = x^{m + \frac{2n}{2m}} = \sqrt[2m]{x^{m+2n}}$. Für die Diviſion $a^{\frac{1}{2}} : a^{\frac{1}{4}} = a^{\frac{1}{2} \cdot \frac{4}{4}} : a^{\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{2}} = a^{\frac{4}{8}} : a^{\frac{2}{8}} = a^{\frac{4-2}{8}} = a^{\frac{2}{8}} = a^{\frac{1}{4}} = \sqrt[4]{a}$.. Daß „Multiplication des Zählers“ der Bruchpotenz zur Erhöhung der Potenz, und „Diviſion ihres Exponenten“ (oder, was daſſelbe iſt: Multiplication des Nenners) zur Erniedrigung derſelben führt, folgt ſchon aus dem Vorhergehenden, und dies iſt dann ein Ausziehen des Radix (S. 622) aus dem Bruchexponenten. Uebrigens iſt, gemäß des Begriffes der Wurzel (S. 619) $\sqrt[n]{a}$, zur nten Potenz erhoben [und mithin auch $(\sqrt[n]{a})^n$] $= a$, und wenn n eine ganze Zahl bedeutet $a = (a^n)^{\frac{1}{n}}$, und beide Ausdrücke von a einander gleich geſezt, führen zu der Folgerung: $(a^n)^{\frac{1}{n}} = (\sqrt[n]{a})^n$, mithin $a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a}$, alſo: Potenzen, deren Exponenten aus Brüchen beſtehen, beſagen daſſelbe, man $2a + 2d = 2 \cdot (a + d)$ oder, in obigem Beiſpiele: $2 + 14 = 2 \cdot 8$. Auch ergibt ſich ſchon aus dem Vorhergehenden ſehr leicht, wie aus 3 gegebenen Gliedern einer arithmetiſchen Proportion das 4te zu finden ſei? Sucht man nemlich ein äußeres Glied, ſo addirt man die innern, und zieht von der Summe das eine gegebene äußere ab, ſo bietet der Reſt das geſuchte dar; und will man ein inneres finden, ſo ſummirt man die äußeren Glieder und ſubtrahirt dann hievon das eine gegebene innere, ſo verbleibt wiederum als Reſt das hiemit gefundene. Fehlt aber bei der ſtetigen Proportion das erſte oder lezte Glied, ſo hat man nur vom Doppelten des mittlern das lezte oder erſte abzuziehen, und falls das mittelſte nicht vorhanden war, nur die Summe des erſten und lezten zu halbiren, um das geſuchte zu erhalten. Es ſei

$$\div\; x - y - z,$$

ſo iſt $x + z = 2y$

u. beiderſeits gehälftet $\frac{x + z}{2} = y$,

woraus hervorgeht, daß man — was für die Phyſik und für deren Anwendung auf das gewerbliche Leben wichtig iſt — von zwei nicht ſicheren Werthen, von welchen muthmaßlich der eine weniger, der andere mehr als der richtige Werth beträgt, einen mittleren aufzufinden vermag, deſſen Größe jener des richtigen Werthes näher kommt, als jener der beiden. In jeder geometriſchen Proportion (S. 648 f.) iſt das Product der beiden inneren Glieder größlich gleich dem der beiden äußeren;

greſſion mit einander multiplicirt oder dividirt werden ſollen, man im erſteren Falle die zugehörigen Logarithmen nur zu addiren, im letzteren nur von einander abzuziehen braucht, um das Product, oder den Quotient zu finden; denn die Glieder ſind zu betrachten als Potenzgrößen und die Logarithmen als deren Exponenten. Auch wird, mit Rückſicht auf die oben (S. 660) aufgeführten vier (1—10) Reihen oder Progreſſionen klar, daß, wenn man 10 mit 100 zu multipliciren hat, man nur 1 zu 2 zu addiren braucht, um das verlangte Product, die zu 1000 gehörige Summe 3 zu erhalten, und daß, falls man 10000 durch 1000 zu dividiren hat, man den zum Diviſor gehörigen Logarithmen 3 von dem zum Dividend gehörigen 4 ſubtrahiren muß, um den zu 10 gehörigen Reſt 1, als den geſuchten Quotienten ausgeſchieden zu erhalten, und da die Quotienten ſich als Brüche ausdrücken laſſen, ſo wird ſich der Logarithmus eines Bruches herausſtellen, wenn man den Logarithmen des Nenners von dem des Zählers abzieht, da er ſich dann bei dem ächten Bruch negativ bewerthet; denn Logarithm $\frac{1}{10}$ oder 0,1 iſt $= 0 - 1 = - 1$; wie ſich auch ergibt, wenn man die dritte und vierte der S. 659 und 660 erwähnten vier Reihen rückwärts (links) weiter fortführet.

Wer der Erfinder der Logarithmen? Iſt zweifelhaft. Kepler bemerkt in den Tabul, Rudolphin. cap. 3 p. 11: daß ein Deutſcher, Joſt (Justus) Byrge, ſie lange Zeit vor dem Schotten Johannes Neper für ſich, ohne darüber etwas zu veröffentlichen, benuzt habe, um anſtatt zu multipliciren nur addiren, ſtatt zu dividiren nur ſubtrahiren, und bei Ausziehung der Quadratwurzel nur mit 2, bei der Cubikwurzel nur mit 3 dividiren zu dürfen. So viel ſcheint jedoch außer Zweifel zu ſein, daß Neper (Nepper, Baron von Marchiſton) unter den Europäern der erſte war, der den Gebrauch der Logarithmen gemeinnütziger machte; ſeine hierher gehörige Anleitung erſchien unter dem Titel: Mirifici Canonis Logarithmorum descriptio im Jahr 1614 zu Edinburgh. Vorzüglich erſprießlich wurde Neper aber dadurch, daß er Heinrich Brigg, damals Profeſſor der Geometrie zu Oxford, rieth: ein von demſelben erfundenes Syſtem der Logarithmen bekannt zu machen — weil es vor Neper's eigenem logarithmiſchen Syſteme, größerer Brauchbarkeit wegen, ſich ſehr vortheilhaft auszeichne! Brigg befolgte den Rath und

$\frac{1}{8}$ und ſo ins Unendliche fort $s = 1$ (vergl. oben S. 647 Anmerk.), während der Exponent $= \frac{1}{2}$ (der Nenner alſo 2, der Zähler 1) und $a = \frac{1}{2}$; und ebenſo die Summe von $\frac{3}{5}$, $\frac{6}{25} + \frac{12}{125}$ und ſo ins Unendliche fort auch $= 1$, und auch wenn die Zeichen abwechſeln, läßt ſich bei unendlichen fallenden Reihen die Summe finden, gemäß derſelben Regel.

im Jahr 1624 zu Oxford erſchien ſeine Arithmetica Logarithmica. Neper's Logarithmen ſind ſeitdem nach und nach ganz außer Gebrauch gekommen, während ſich die Brigg'ſchen bis auf unſere Tage darin erhalten haben. Während Neper's Hauptreihe eine abnehmende Progreſſion darſtellte, bot die Brigg'ſche eine ſteigende dar, und während Brigg den Logarithmus von 1 als 0 und den von 10 als 1, den von 100 als 2 u. ſ. w. anſezte, hatte Neper dem Sinus totus (d. i. der dem halben Durchmeſſer oder Halbmeſſer, oder Radius — daher auch mit r bezeichnete — gleiche Sinus, der als ſolcher nicht größer werden kann; daher ſeine Benennung sin. tot. ſ. oben S. 610 Anm.) 0 gegeben; ſo daß mithin, mit der Zunahme der Sinus-Größe die Logarithmen abnahmen und endlich negativ wurden; ſobald nämlich die Tangenten größer wurden, als r und daher über 45° hinauf ſtiegen. Zur Erläuterung dieſer Bemerkung Folgendes: Denken wir uns einen Kreis, durchſchnitten von einer geraden Linie, die von einem Punkte des Kreiſes, deſſen Mittelpunkt hindurch zu dem entgegengeſezten Punkte deſſelben Kreiſes reicht, ſo iſt dieſe gerade Linie der Durchmeſſer des Kreiſes (Diameter Circuli); die Hälfte derſelben von einem jener Punkte bis zum Mittelpunkte, der Halbmeſſer (Radius), und eine zweite gerade Linie, die ohne den Mittelpunkt zu durchgehen, ebenfalls von einem Punkte des Kreiſes zu einem Gegenpunkte deſſelben reicht, mithin ſtets kürzer als der Durchmeſſer iſt, eine Sehne (Chorda) des Kreiſes, deren in demſelben unendlich viele gedacht werden können, gleichwie wir uns auch den Mittelpunkt des Kreiſes von ſo (unendlich) vielen Durchmeſſern durchſchnitten denken können, als dem Mittelpunkte gegenüber im Kreiſe Gegenpunkte denkbar ſind, und die, wenn ſie den Mittelpunkt berührt, dem Durchmeſſer gleich iſt. Jede Sehne, die leztere ausgenommen, durchſchneidet mithin irgend einen Halbmeſſer des Kreiſes. Denken wir uns nun irgend eine Sehne eines Stücks des Kreisbogens, ſo wird es ſtets für ſie einen Kreishalbmeſſer geben, der ſie hälftet, und der, indem er dieſes vollzieht, damit die Sehne in zwei gerade Linien theilt, deren jede einzelne einen Sinus des Kreiſes darſtellt (deſſen Größenbeſtimmung unter andern, in der Trigonometrie, dazu dient: um von den Winkeln eines Dreiecks auf ſeine Seiten, und von den Seiten auf die Winkel ſchließen zu können; denn zieht man aus dem Mittelpunkte des Kreiſes einen Halbmeſſer, bis zu jenem Kreispunkte, in welchen der Endpunkt der zu einem Sinus gehörigen Sehne fällt, ſo ſchließt ſolcher Halbmeſſer mit dem Sinus, bei jenem Zuſammentreffpunkt von Halbmeſſer und Sehnen-Endpunkt, einen Winkel ein, während der die Sehne hälftende und ſo nach ſeinen beiden Seiten hin Sinus hervorgeben machende Halbmeſſer, mit der Sehne nach beiden Seiten hin rechte Winkel bildete (vergl. S. 610 — 612 Anm.). Denken wir uns nun z. B. in einem ſenkrechten, mit ſeinem unterſten Punkte eine gerade horizontale

Linie berührenden Kreis, und einen Durchmeſſer deſſelben, der dieſer horizontalen Linie parallel liegt, ſo werden wir uns auch leicht hinzuzudenken vermögen, erſtens: einen zweiten Halbmeſſer des Kreiſes, der mit dem auf ſeiner Seite liegenden horizontalen Halbmeſſer des Durchmeſſers, im Mittelpunkte des Kreiſes einen Winkel einſchließt, und der an ſeinem entgegengeſezten Ende verlängert, den Kreisbogen durchſchneidet; zweitens eine ſenkrechte gerade Linie, die von dem im Kreiſe liegende Endpunkte des zu dem horizontalen Durchmeſſer gehörigen Halbmeſſers aus, jenen verlängerten Halbmeſſer außerhalb des Kreiſes ſchneidet, und ſo mit demſelben ebenfalls einen Winkel einſchließt; dieſe, einen ſogenannten Perpendikel darſtellende ſenkrechte gerade Linie heißt die Tangente (Berührungs-Geradlinie oder Berührungs-Gerade) jenes mittelpunktlichen Winkels oder des dieſem Winkel zugehörigen, von ſeinen Schenkeln abgeſchnittenen (und damit ſein Maaß darbietenden) Bogens, während der die Tangente abſchneidende Schenkel die Secante deſſelben genannt wird. Je größer nun der Winkel iſt, den beide im Kreismittelpunkte zuſammentreffende Halbmeſſer einſchließen, um ſo weiter außerhalb und oberhalb des Kreiſes fällt auch der die Tangente treffende, ſie dort ſchneidende Punkt des verlängerten Halbmeſſers, und um ſo länger wird die Tangente, und läuft endlich dieſer Halbmeſſer parallel der Tangente (wo er dann auf den horizontalen Kreisdurchmeſſer ſenkrecht ſteht, mit demſelben einen rechten Winkel bildend und vom Kreisbogen 90 Grade abſchneidend) ſo ſchneiden beide, die Tangente und dieſer verlängerte Halbmeſſer, ſich erſt in einer unendlichen Entfernung, weshalb die Tangente von 90° $= \infty$ geſezt wird. Wird jener Winkel noch größer, ſo daß mehr als 90° vom Bogen abgeſchnitten werden, ſo wird der unterwärts verlängerte Tangenten-Perpendikel von dem unterwärts zum Durchmeſſer und über den Kreis herab verlängerten Halbmeſſer (oder, in Beziehung auf Winkel-Einſchließung, verlängerten Schenkel) geſchnitten, die Tangente ſelbſt aber dadurch verneint und abnehmend, wie jener der Durchſchneidung unterliegende Bogen an Größe gewinnt. Geht endlich dieſe wachſende Bogengröße über 180° hinaus, ſo wird die Tangente wieder bejahend und zunehmend in dem Verhältniß, wie der Bogen zu wachſen fortfährt. Uebrigens heißt jeder Bogen, und ebenſo jeder Winkel, der mit einem anderen Bogen (oder Winkel) 90° macht, die Ergänzung deſſelben, und der Sinus ſolchen Ergänzungs-Bogentheiles, der Ergänzungs-Sinus (Sinus Complementi) oder kürzer der Coſinus, der, da er durch den Sinus ſtets vom Halbmeſſer abgeſchnitten wird, zu der Benennung Querſinus, oder Pfeil (Sinus Versus), womit man das abgeſchnittene Stück belegt, die Veranlaſſung gegeben hat, und es iſt alſo der Sinus Versus jener Theil vom Halbmeſſer des Kreiſes, der zwiſchen dem Bogen und ſeinem Sinus liegt. Auch ergibt ſich ſchon aus dem Vorhergehenden, daß der Coſinus

Decimalbrüche vor, ſo hängt man dem Quotienten noch ſo viel Nullen an, und macht mithin um ſo viel Klaſſen jede Zahl des Quotienten größer, als der Diviſor mehr Decimalbrüche hat.

a)	65,19	divid. durch	1,23	= 53 Ganze.
b)	12,24	„ „	2,4	= 5,1
c)	82,24	„ „	16,444	= 5
d)	8,004	„ „	4	= 2,001
e)	0,08	„ „	4	= 0,02
f)	0,06816	„ „	0,0213	= 0,32
g)	3325	„ „	0,25	= 13300
h)	2525	„ „	2,5	= 1010
i)	1515	„ „	2,5	= 606
k)	10	„ „	3	= 3,3333..

Vergleiche S. 651. Um zwei oder mehrere Brüche miteinander ſonder Mühe vergleichen zu können, wandelt man ſie in Decimalbrüche; z. B. $\frac{3}{4}$ und $\frac{4}{5}$; ſie verwandeln ſich, wenn wir die Zähler durch die Nenner (unter der erforderlichen Nullen-Anhängung) dividiren, in 0,75 und 0,80, verhalten ſich alſo, in Abſicht auf Größe, zu einander wie 75 zu 80 = 1 : 1,06666........ Folgen in der dritten, vierten u. ſ. w. Decimalſtellen, wie hier, ohne Ende Zahlen derſelben Größe, ſo darf man, Falls ihre Größe nahe 1 der vorhergehenden Stelle, oder doch über $\frac{1}{2}$ dieſer Stelle, alſo über $\frac{5}{10}$ (mithin über 0,5) derſelben beträgt, in den meiſten Fällen gleich dem Werthe von jenem 1 in Rechnung nehmen, und daher z. B. für obigen Fall ſetzen 1 : 1,0667, und damit den Bruch zu Ende bringen. Das Waſſer beſteht ſtöchiometriſch (oben S. 642) aus einem chemiſchen Verhältnißgewicht oder Atom O (Oxygen) und 2 H (Hydrogen) wenn zwei Maaß H-Gas 0,1376 wiegen, ſo iſt das Gewicht von nein ſelben ſo bezieht, wie ſich die geſuchte vierte auf die andere beziehen ſoll. Um z. B. mittelſt der Regel de tri die Frage zu beantworten: wieviel rheiniſche Gulden koſten 10 Centner Zucker, da man 1 Pfund mit 30 kr. bezahlt? Muß man zuvörderſt entweder die Centner in Pfunde oder 1 Pfund als Centner-Theil (als $\frac{1}{110}$ oder, nach einem anderen Gewichtsſatz $\frac{1}{100} = 0{,}01$) und die Gulden in Kreuzer oder die Kreuzer in Gulden-Theilen ausdrücken; c) kommen mehr oder weniger als drei Zahlen in der Aufgabe vor, ſo müſſen ſie auf drei zurückgebracht oder zu drei erhoben werden. Eine zweigängige Mühle mahlt in 3 Tagen 20 Scheffel, wieviel wird eine fünfgängige in derſelben Zeit mahlen? Zwei Gänge : 5 Gänge = 20 Scheffel : $\frac{5 \cdot 20}{2} = 50$ Scheffel (wobei 1 bei der Mühle und 3 bei den Tagen, da ſie für beide Fälle einerlei ſind, unberückſichtigt bleiben. Hierher gehörige Abkürzungen, deren jeder leicht ſelbſt mehrere erfinden kann, gewährt unter andern die ſogen. welſche Praktik. Aufgaben, in denen die Regel de tri zweimal angewendet werden muß, und wo dann ein Paar ungleichartige Glieder in beiden Proportionen gleich ſind, heißen, dieſer ihrer Auflöſungsweiſe zufolge Regel de quinque oder Regel Quinque, weil man dabei aus fünf bekannten Größen die ſechste findet; z. B. 100 Flor

Maaß O-Gas 1,1026; das abſolute Gewicht des O im Waſſer iſt daher, das des H = 1 geſezt, gleich 8,01308... in welchem Fall man, wenn es nicht auf höchſte Genauigkeit für O ſetzen darf 8,0131; oder O gleich 1 angenommen iſt; H ſtatt 0,12479.. = 0,1248. Jene Decimal-Brüche, welche nicht enden, z. B. 0,3333.. (erhalten durch die Diviſion von 1 durch 3), oder die fortdauernd wiederkehren, z. B. 0,296 296 296 (der Decimal-Ausdruck für $\frac{8}{27}$) werden auch unendliche Decimalbrüche genannt. — Werden ſtetige arithmetiſche Proportionen (S. 630, 634 Anm.) alſo zuſammengeſezt, daß ſich das erſte Glied verhält zum zweiten, wie das zweite zum dritten, wie das dritte zum vierten u. ſ. f., oder macht man bei einer dergleichen Proportion das dritte Glied wieder zum erſten, und das vierte zum zweiten und dritten in einer neuen ſtetigen Proportion, ſuchet wieder das vierte u ſ. f. ſo geht daraus hervor eine arithmetiſche Progreſſion, oder Reihe. Bezeichnen wir das erſte Glied a, während wir das Verhältniß d nennen, das lezte Glied dagegen mit y, und die Zahl der Glieder mit n, ſo ſtellt ſich eine arithmetiſche Progreſſion dar, wie folgt: $\overset{1}{a}$; $\overset{2}{a + d}$; $\overset{3}{a + 3d}$; $\overset{4}{a + 4d}$; $a + \left(\overset{n}{n-1}\right) d \ldots$; das lezte Glied y alſo = a + (n—1) d. Aus drei bekannten der in dieſer Formel gegebenen vier Größen, läßt ſich die vierte finden; denn um a zu erhalten, hat man auf Capital tragen jährlich 5 Fl. Zinſen, wieviel 250 in 8 Jahren? Man beantwortet zuerſt die Frage: wieviel 250 in einem Jahr Zinſen getragen haben würden, wenn 100 Fl. 5 trugen? 100 Kap. : 250 Fl. = 5 Zinſen : $\frac{250 \ . \ 5.}{100}$ und dann: 1 Jahr : 8 Jahr = $\frac{250 \ . \ 5}{100}$ Zinſen: $\frac{8 \ . \ 250 \ . \ 5}{1 \ . \ 100}$ wo, nachdem oben und unten aufgehoben worden, die geſuchte Zinſen-Größe = 100 Fl. iſt. Hat man viele, nämlich mehr als 2 Proportionen anzuſetzen, ſo ordnet man die einzelnen Proportionen ſo, daß in der nächſten ſich ſtets ein gemeinſchaftliches Glied der vorhergehenden befindet, das aber nicht gleichnamig iſt, mithin die Verhältniſſe als aus vielen anderen zuſammengeſezt erſcheinen, ſo gibt dieſes die Regel Multiplex oder Kettenrechnung (oben S. 644 Anm.). Es kommt hiebei zunächſt darauf an, eine Regel feſtzuſtellen: auf welche Seite (des ſenkrechten Striches) man die Factoren ſetzen ſoll? Man ſezt auf eine Seite die Urſachen (oder jene Theile einer Größe, wodurch dieſe beſtimmt wird), auf die andere die Wirkungen (die durch jene beſtimmte Größe ſelbſt), auf die Seite der Wirkung des erſten Satzes wieder die Urſache und auf die entgegengeſezte die Wirkung des zweiten Satzes, und ſo abwechſelnd fort; es iſt klar, daß man alſo wechſelnd auf jeder Strich-Seite gleichartige Größen und die zu ſuchende, unbekannte, auf einer der Seiten erhal-

benden Rechnungen, zumal des Geometers, ungemein, allein ſie würde das Leben deſſelben gleichſam vervielfachen, indem ſie die Arbeit mehrerer Monate auf die weniger Stunden zurückführte, wenn für irgend eine Baſis (oder Grundzahl des logarithmiſchen Syſtems *), a die Logarithmen aller natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4 u. ſ. w. bereits berechnet und in eine Tafel gebracht wären; aber die Logarithmen oder wirklichen Potenzexponenten der zwiſchen 1, 10, 100 fallenden Größen (alſo der Log. 2, Log. 3 ꝛc.) ſind zur Zeit noch aufzufinden! Die nachbeſchriebene Art, wie Brigg zu ſeinem Syſtem und deſſen Ausführung gelangte, möge dieſe Bemerkung erläutern. Wie bereits erwähnt, wählte Brigg eine Grundſtellung für ſeine Logarithmenfolge, in welcher das Verhältniß von : 10 für das einfache geſezt, daraus die geometriſche Progreſſion beſtimmt und hiezu die arithmetiſche Reihe der natürlichen Zahlen, jedoch mit 0 beginnend, genommen wurde; während daher ſeine geometriſche Reihe von Glied zu Glied zehnmalig wuchs, nahm ſeine arithmetiſche von Glied zu Glied um 1 zu; nämlich

*) Grundzahl oder Baſis iſt die Zahl, deren Logarithmus = 1 und deren Verhältniß zur Einheit mithin das Grundverhältniß oder Maaß darſtellt, worauf das ganze Syſtem, alſo die zu demſelben gehörende ganze Reihe von Zahlen mit ihren Logarithmen, berechnet iſt. Im Briggſchen Syſtem iſt es Zahl 10; oder das Verhältniß von 10 zu 1 (10 : 1) iſt deſſen Grundverhältniß, und daher iſt 1 der Logarithmus von 10. Indeſſen iſt es durchaus willkührlich, welches Grundverhältniß man wählen und welche Zahl man alſo einem aufzuführenden logarithmiſchen Syſteme zum Grunde legen will, und wie unzählige Grundverhältniſſe, ſo ſind auch unzählbare Syſteme möglich; immer drückt die Zahl des Logarithmus die Größe eines Verhältniſſes gegen das Grundverhältniß aus, und ſtets läßt ſich jedes Verhältniß ſo ausdrücken, daß eines ſeiner Glieder = 1 wird, ohne daß dadurch das Verhältniß ſelbſt irgend geändert wird. Iſt aber die Zahl bekannt, deren Logarithmus = 1, ſo ſind damit die Logarithmen aller in der zugehörigen Reihe möglichen Zahlen begründet und beſtimmt, und nimmt man dem Logarithmus einer anderen Zahl = 1 an, ſo ändern ſich ebenmäßig auch die Logarithmen aller übrigen der Reihung zugehörigen Zahlen, und wenn der Glieder auch unendlich viele wären. Auch folgt ſchon aus dem Vorhergehenden, daß, wenn in demſelben logarithmiſchen Syſteme zwei Verhältniſſe einerlei Logarithmen haben, ſie auch gleich groß ſind, und mithin daß, wenn die Logarithmen ungleich, es auch die Verhältniſſe ſein müſſen. Auch iſt klar, daß nur der Logarithmus irgend einer Zahl im Syſtem bekannt zu ſein braucht, um daraus die ungenannte Grundzahl des Syſtems finden zu können.

geometr. Reihe 1. 10, 100, 1000, 10000, 100000, 1000000 ꝛc.
arithm. Reihe 1, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ꝛc.

ſo daß alſo die Glieder der lezteren Reihe, oder die Logarithmen der geometriſchen Reihe, die wahren Exponenten der Potenzen der 10 (und weil 10 = 1 iſt: auch 0 als die der 1) darſtellten. Die Aufgabe war nun, die arithmethiſche Reihe ſo zu vervollſtändigen, daß alle in der geometriſchen Reihe zwiſchen 1 und 10, 10 und 100 ꝛc. in ihrer natürlichen Reihung einander folgenden Zahlen in der arithmetiſchen ihre zugehörigen Logarithmen finden. Offenbar ließen ſich zwiſchen 1 und 10, d. i. alſo zwiſchen 10^0 und 10^1, noch viele Potenzen denken, deren Exponenten größer als 0, hingegen kleiner als 1 und mithin ächte Brüche ſind, während zwiſchen 10^1 und 10^2 (d. i. zwiſchen 10 und 100) noch unendlich viele möglich ſind, deren Potenz oder ſogenannte Charakteriſtik *) zwar höher als 1, aber noch nicht 2 iſt, (denn erſt bei 100 wird der Logarithmus 2) und die daher unächte Brüche darſtellen. Da nun aber ſolche Bruch-Potenzexponenten (das ſind jene, welche nicht ganze Zahlen ſondern Brüche zur Charakteriſtik haben) doch als wirkliche Potenzen von 10 zu betrachten ſind, ſo ſchien eine genaue Beſtimmung des $\left(\text{allgemein mit } \frac{m}{n} \text{ bezeichneten}\right)$ Bruchs nicht unumgänglich nothwendig; B. und deſſen Nachfolger genügten ſich daher daran: die Bruch-Potenzen, oder die Logarithmen der erwähnten Zwiſchenzahlen, durch Näherung auszudrücken. Späterhin fand der Scharfſinn der Rechner zwar Mittel und Wege, die Löſungen ſolcher Aufgaben ſich beträchtlich zu erleichtern, aber immer bleibt noch höchſt wünſchenswerth, was oben (S. 667 ff.) als hierher gehörender Mangel bezeichnet wurde. Zur Erläuterung dieſer Bemerkungen noch Folgendes:

a) Hat man beim Potenziren das Reſultat und den Exponenten und ſucht nun den Dignanten, ſo iſt dieſes Suchen das (oben S. 622 ff.) gedachte „Ausziehen der Wurzel“; hat man hingegen den Dignanten und das Reſultat, und ſucht dann den Exponenten, ſo „logarithmirt“ man. Wirft man z. B. die Frage auf: wie oft muß 2 mit ſich ſelber multiplicirt werden, um 256 zu bekommen? So iſt der Logarithmus der Zahl 256 für die Baſis 2 nichts anders als der Exponent **). Im Brigg'ſchen Syſtem, iſt, wie bemerkt, die Zahl

*) Unter Charakteriſtik ſind alſo jene Zahlenausdrücke zu verſtehen, welche ſich bei den Logarithmen befinden; alſo bei jenen der zwiſchen 1 und 10 fallenden Glieder der geometriſchen Reihe die 0 + eines ächten Bruches, bei denen zwiſchen 10 und 100 die 1 + eines ächten Bruches ꝛc., und drückt man hiebei den Bruch allgemein durch $\frac{m}{n}$ aus, ſo iſt z. B. der Logarithmus von 5 = $0 + \frac{m}{n}$; jener von 45 = $1 + \frac{m}{n}$ ꝛc.

**) Carteſius führte (in ſeiner Geometrie) zuerſt in der Buchſtaben-Rechnung die Bezeichnung der Dignitäten ein und ſchrieb z. B. a^2, a^3 ꝛc. mit dieſen Exponenten

10 die **Grundzahl** oder **Baſis**, und man bezeichnet die Logarithmen dieſes Syſtems (das auch das gemeine genannt wird — weil man ſich ſeiner, der großen Bequemlichkeit wegen, ſtets zu bedienen pflegt) L. Brigg N. oder Log. Vulg. N., oder auch ſchlechthin durch L N., wiewohl dieſe leztere Bezeichnung eigentlich ausſagt, daß man ſich darunter den Logarithmus von N, mithin keine beſtimmte Grundzahl zu denken habe.

b) In der aus dem Grundverhältniß 1 : 10 entſtehende Progreſſion, ſammt der ihren Gliedern zukommenden Logarithmen Reihe (oben S. 669) wird nicht nur klar, daß zu größeren Zahlen größere Logarithmen und zu größeren Logarithmen größere Zahlen gehören, ſondern auch, daß die Logarithmen jener Zahlen, welche zwiſchen 1 und 10 fallen, gebrochene Zahlen ſind. Da nun die Logarithmen in Decimalen berechnet werden, ſo folgt auch: daß die Logarithmen jener Zahlen, welche größer als 1, aber kleiner als 10 ſind, decimaltheilige Zahlen darſtellen, bei denen in der Stelle der fehlenden ganzen Ziffer eine 0 ſteht, daß die Logarithmen der zwiſchen 10 und 100 fallenden Zahlen größer als 1, aber kleiner als 2 ſein müſſen, und daher decimaltheilige Zahlen beginnend mit 1 ergeben, und daß aus gleichem Grunde auch die Logarithmen von Zahlen, welche zwiſchen 1000 und 10000 fallen, mit der ganzen Ziffer 3 anfangen ꝛc. Betrachtet man nun die Reihe

1; 10; 100; 1000; 10000; 100000; . . .
0; 1; 2; 3 ; 4 ; 5 ; . . .

von der Rechten zur Linken weiter blickend, ſo erhält man eine Reihe, die mit 1 beginnt, deren übrige Glieder aber aus gebrochenen Zahlen beſtehen, deren jede die Einheit zum Zähler, zum Nenner aber jenes Glied der anderen Reihe hat, welches mit ihr, als Glied, von der Einheit gleich weit fernt; ſo daß mithin der Logarithmus des nten Gliedes jener nach der Linken fortlaufenden Reihe, nothwendig auch der negative Logarithmus des nten Gliedes der anderen Reihe darſtellt und daß, wenn daher ein Decimal-

---

die zweite, dritte ꝛc. Dignität der Wurzel a anzeigend, kam aber nicht auf den Gedanken, ſtatt der Ziffern Buchſtaben zu Exponenten zu verwenden; es blieb Leibnitz und Newton überlaſſen: durch Einführung der undeterminirten Exponenten und deren Bezeichnung durch kleinere Buchſtaben (z. B. a^m, y^n, x^r ꝛc.) nicht nur den Algorithmus (d. i. das Ganze der vier Rechnungsarten oder ſog. Species; Addition, Multiplication, Subtraction und Diviſion) der Irrationalen (oben S. 626) ungemein zu erleichtern, ſondern ſolchen Weges auch die Vermittelung zu gewinnen, um unendliche Aufgaben auf einmal aufzulöſen; wie die genannten Mathematiker der Wiſſenſchaft und dem Leben dieſen Dienſt leiſteten durch Erfindung der Rechnung mit unendlich kleinen Größen (Algorithmus infinitesimalis, von der Leibnitz die erſte Nachricht ertheilte in den Act. Erudit. an. 1684 p. 467; u. ſ. w.

Bruch die Zahl 1000 zum Nenner hat, ſein Logarithmus die ganze Zahl 3 haben muß. Mithin zeigt beim Brigg'ſchen Syſteme die ganze Zahl des Logarithmus N ſtets an: welcher Ordnung die höchſte Ziffer von N angehört, und iſt daher eines Logarithmus ganze Zahl bekannt, ſo kennt man damit auch die Ordnung, der die höchſte Ziffer der zugehörigen Zahl (N) zufällt, und iſt umgekehrt dieſe Ordnung der höchſten Ziffer von N bekannt, ſo kennt man damit auch die ganze Zahl, die dem Logarithmus von N zuſteht. Dieſem Grunde gemäß nennt man die ganze Zahl des Logarithmus die Kennziffer, oder den Kennwerth (oder Charakteriſtik; figura characteristica), die ihm folgenden (anhängenden) Decimalziffern hingegen die Mantiſſe (Mantissa) d. i. die Vervollſtändigung des Logarithmus, die in den logarithmiſchen Tafeln meiſtens nur bis zur ſiebenten Decimalſtelle reicht, weil dieſe zum Gebrauche gemeinhin vollkommen genüget. Auch findet man in den genannten Tafeln die lezte Ziffer der Mantiſſe ſtets um 1 vermehrt, falls die erſte der weggelaſſenen Ziffern größer als 5 war; weil auf ſolche Weiſe jener Fehler, welcher aus der Weglaſſung der unendlichen Reihe von Decimalziffern hervorgeht, in ſeiner Größe vermindert wird; vergl. oben S. 651. Jede zu einem Logarithmus gehörige Zahl der geometriſchen Progreſſion enthält eine Ziffer mehr, als die Kennziffer deſſelben Einheiten hat.

c) Zum Grundverhältniß (ſ. oben) ſezt man am zweckmäßigſten ein ſolches feſt, deſſen erſtes Glied dem zweiten an Größe nachſteht; daß die folgenden Glieder um ſo größer hervorgehen, je weiter ſie von dem erſten fernen, folgt ſchon aus dem Vorhergehenden; denn jede zwei zunächſt aufeinander folgende Glieder in der Progreſſion haben das zwiſchen den beiden erſten ſtattfindende Verhältniß. Iſt aber, wie einleuchtet, die Größe eines Gliedes von ſeiner Entfernung vom erſten Gliede abhängig, ſo kommen gleichen Zahlen gleiche, größeren größere und kleineren kleinere Logarithmen zu, und ſo gehören auch, umgekehrt, gleiche Logarithmen zu gleichen Zahlen; größere zu größeren und kleinere Logarithmen zu kleineren Zahlen (ſ. oben). Wird nun das erſte Glied des Grundverhältniſſes gleich 1 angenommen, ſo ſind auch alle Glieder der Progreſſion Dignitäten des zweiten Gliedes (während ihre Exponenten ausſagen: wie oft ſich das Grundverhältniß zwiſchen ihnen und dem erſten Gliede 1 befindet) und darum wählte man auch ein ſolches (hier 1 : a) zum Grundverhältniß, und nannte ſein zweites, durch eine ganze Zahl ausgedrückte Glied: die Baſis oder Grundzahl des logarithmiſchen Syſtems *). Iſt nun N eine Dignität von a, ſo iſt

*) Iſt $b^n = a$, ſo iſt n der Logarithmus von a und b die Baſis d. i. die Grundzahl des Syſtems.

der Exponent dieſer Dignität der Logarithmus von N, und da jede Zahl als eine Dignität von a betrachtbar iſt, ſo hat auch jede Zahl für die Baſis a einen Logarithmus; und iſt n der Logarithm von N, ſo läßt ſich dieſes Verhältniß anzeigen durch $n = \text{Logarithm } N$, oder auch durch $n = L N$. Auch leuchtet ein, da a von ſich ſelber die erſte Dignität darſtellt, daß $\text{Log. } a = 1$ und weil $1 = a$, daß $\text{Log. } 1 = 0$ iſt; ferner, daß wenn $L p = m$ und $L q = n$, auch $p = a^m$ und $q = a^n$, mithin $p q = a^{m + n}$, und daher auch $L p q = m + n$, oder da $m = L p$ und $n = L q$ iſt, daß auch $L p q = L p + L q$, alſo: daß der Logarithmus eines Productes gleich iſt der Summe der Logarithmen der Factoren, woraus dann weiter hervorgeht: daß der Logarithmus eines Quotienten gefunden wird: wenn man den Logarithmus des Diviſors von jenem des Dividend abzieht (oben S. 657), ſo wie auch, da man eine gebrochene Zahl als einen Quotienten (den Zähler als einen Dividend und den Nenner als einen Diviſor) betrachten darf, daß man den Logarithmus einer gebrochenen Zahl erhält, wenn man von dem Log. des Zählers den des Nenners abzieht, woraus dann weiter folgt: daß der Logarithmus jeder gebrochenen Zahl negativ und daß ihr Logarithmus der negative des Nenners iſt, wenn ſie die Einheit zum Zähler hat *). Auch folgt aus dem Vorhergehenden: daß der Logarithmus einer Dignität ein Product des Logarithmus ihrer Wurzel: nach dem Geſetze ihres Exponenten iſt **), und daß der Logarithmus einer Wurzel-

*) Wie kam man darauf, jene Geſetze, welche von den poſitiven Potenzen gelten, auch bei den negativen in Anwendung zu bringen? Lediglich gemäß der in der Mathematik gültigen Grundforderung: gleiche Geſetze auf gleiche Formen auszudehnen. Nachdem man nemlich bei den Potenzen, deren Grundverhältniß erwägend, gefunden hatte: daß das Multipliciren auf Addiren und das Dividiren auf Subtrahiren zurückzubringen ſei, (ob. S. 667 ff.) erſah man auch, aus denen hiebei verwendeten Beiſpielen, daß, wenn z. B. $\frac{a^3}{a^7}$ bewirkt werden ſolle, die bei umgekehrter Ordnung ſtatthafte Weiſe unanwendbar werde, und daß man dieſe ändern müſſe, wenn man zum Ziele gelangen wolle; ſetzt man nun, zu dem Ende: ſtatt $\frac{a^3}{a^7}$ wie folgt: $\frac{a^3 \cdot 1}{a^3 \cdot a^4}$, ſo erſah man, daß a^3 und a^3, indem ſie ſich gegenſeitig aufheben, übrig laſſen $\frac{1}{4}$, das in a^{-4} geändert zur negativen Potenz bezeichneten Werthes führte und damit überhaupt zu einer die negativen (an ſich keinen Sinn habenden) Potenzen in ſich faſſenden Erweiterung des Begriffes der Potenz. Vergl. oben S. 641 u. ff..

**) Es ſei die Dignität $p^r = a^n$, ſo iſt auch $L p^r = L a^n$, oder $L p^r = n$. Iſt aber $p^r = a^n$, ſo iſt auch $p = \sqrt[r]{a^n} = a^{\frac{n}{r}}$, mithin $L p = L a^{\frac{n}{r}}$

Größe gefunden wird, wenn man den Logarithmus der Größe unter dem Wurzelzeichen nach dem Geſetze des Wurzel-Exponenten dividirt. Und endlich ergibt ſich aus dem bereits Bemerkten: daß zwei Logarithmen eines gegebenen Syſtems in einem Verhältniß zu einander ſtehen, entſprechend jenem: welches zwiſchen zwei Logarithmen eines andern Syſtemes, die zu den nämlichen Zahlen gehören, obwaltet, und hat man daher die Logarithmen der Zahlen für ein Syſtem ermittelt, ſo laſſen ſich durch ſie auch die Logarithmen aller Zahlen für jedes andere Syſtem berechnen. Denn iſt z. B. in einem a zur Baſis habenden Syſteme $p = Lm$ und $q = Ln$, während in einem anderen α zur Grundzahl habenden $\pi = Lm$ und $\varrho = Ln$, ſo iſt in erſterem $m = a^p$ und $n = a^q$, und in lezterem $m = \alpha^\pi$ und $n = \alpha^\varrho$, mithin auch $a^p = \alpha^\pi$ und $a^q = \alpha^\varrho$, woraus dann weiter folgt 1) daß $a = \sqrt[p]{\alpha^\pi}$ und 2) daß $a = \sqrt[q]{\alpha^\varrho}$; mithin daß $\sqrt[p]{\alpha^\pi} = \sqrt[q]{\alpha^\varrho}$ oder $\alpha^{\frac{r}{p}} = \alpha^{\frac{\partial}{q}}$, daher $\frac{\pi}{p} = \frac{\varrho}{q}$ und alſo auch $\pi : p = \varrho : q$, $\pi : \varrho$ aber $= p : q$ oder $L\,m$ für α : $L\,n$ für α = $L\,m$ für a : $L\,n$ für a; und iſt $L\,m$ für Bas. α =

$$\frac{L\,m \text{ für Bas. } a \times L\,n \text{ für Bas. } \alpha}{L\,n \text{ für Bas. } a}$$

und wenn $n = \alpha$, ſo iſt

$$\frac{L\,m \text{ für Bas. } a \times L\,\alpha \text{ für Bas. } \alpha}{L\,\alpha \text{ für Bas. } a}$$

und daher auch $\frac{L\,m \text{ für Bas. } a}{L\,\alpha \text{ für Bas. } a}$.

d) Es gelte den Logarithmus einer zwiſchen 1 und 10 fallenden Zahl, z. B. den von 2 zu finden. Die hiezu geſuchte **mittlere geometriſche Proportionalzahl** iſt nicht 2, ſondern 3,162777.. und ihr zugehöriger Logarithmus = 0, 5; ſucht man nun zwiſchen dieſer und 1 wiederum eine mittlere geometriſche Proportionalzahl, nebſt zugehörigem Logarithmus, ſo wird dieſe der 2 ſchon näher kommen, als die vorhergehende, und wiederholt man daſſelbe Berechnungs-Verfahren, z. B. 10 mal, ſo erlangt man endlich, freilich mühſam genug, eine Zahl, die von 2 um kein Zehnmilliantel fernt; dieſe nimmt man nun für 2 und ebenſo auch den zuletztgefundenen Logarithmus für jenen Logarithmus, welcher zu dieſer die 2 vertretenden Zahl

---

oder $L\,p = \frac{n}{r}$, und es entſteht mithin der Logarithmus von p^r aus dem für p, wenn $L\,p$ nach dem Geſetz von r multiplicirt wird, oder $L\,p^r = r\,L\,p$.

verſteht daher unter Logarithmus eine Zahl aus einer arithmetiſchen Reihe, die mit 0 beginnt, und deren Glieder ſich auf eine geometriſche Reihe beziehen, deren erſtes Glied 1 iſt. Schon aus dem S. 621 rechte Spalte und S. 653 linke Spalte Bemerkten iſt klar, daß, wenn Glieder der geometriſchen Pro-

---

multiplicirt $a^3 b = x^4$. Man muß alſo aus $a^3 b$ die $\sqrt[4]{}$ ziehen, um x zu bekommen; $\sqrt[4]{a^3 b} = \sqrt[4]{x^4} = x^{4/4} = x$, findet dann aber die folgenden Glieder durch einfache Multiplication. Es ſei $a = 1$, $b = 81$ und x das erſtere der zu ſuchenden drei mittleren Glieder; ſo iſt (da 1 ſtets 1 bleibt) $x = \sqrt[4]{81} = 3$ (3 . 3 = 27: 3 . 27 = 81); die Reihe mithin 1 . 3 . 9 . 27 . 81; in ähnlicher Weiſe läßt ſich durch Wurzel-Ausziehen auch das erſte und lezte Glied finden, ſobald das Produkt derſelben, die Glieder-Zahl und der Exponent bekannt ſind. Soll die Summe einer geometriſchen Reihe gefunden werden, ſo muß der Zahlenwerth des erſten und lezten Gliedes und der Exponent gegeben und lezterer zu jener der Glieder-Zahl entſprechenden Potenz erhoben und mit dieſem ſeinem Potenzirungswerthe bekannt ſein; man multiplicirt dann mit dieſem Werthe das erſte Glied, zieht von dem Producte den Werth des erſten Gliedes ab, vermindert den Exponenten um 1, und dividirt nach dieſer Minderung mit demſelben in den Reſt. Es ſei s die zu ſuchende Summe a das erſte, $a\,m^{n-1}$ das lezte Glied, n und m bezeichnen die uns ſchon bekannten Werthe; ſo iſt $s = a + am + am^2 + am^3 \ldots + a\,m^{n-2} + a\,m^{n-1}$. m, und die Reihe iſt, nachdem jedes Glied mit m multiplicirt worden: $ms = am + a\,m^2 + a\,m^3 + a\,m^4 \ldots + a\,m^{n-1} + a\,m^n$. Subtrahirt man nun eine Reihe von der andern, alſo

$$\begin{array}{l} ms = am + a\,m^2 + a\,m^3 + a\,m^4 \ldots + am^{n-1} + a\,m^2 \\ \underline{s = a + am + a\,m^2 + a\,m^3 + a\,m^4 \ldots + a\,m^{n-1}} \end{array}$$

ſo bleibt —— $ms - s = a \qquad + a\,m^n$

oder $ms - s = -a + a\,m^n$ oder $a\,m^n - a$; denn nur $a\,m^n$ der oberen Glieder wurde nicht = 0 und das einzige darin vorkommende a war nicht abziehbar; mithin $ms - s = a\,m^n - a$. Wie groß iſt die Summe folgender Reihe 1, 2, 4, 8, 16, 32; der Exponent alſo 2, $a = 1$ und $n = 6$; ſo haben wir $s = 1 . \frac{2^6 - 1}{2 - 1} = \frac{2^6 - 1}{1} = 2^n - 1$; aber $2^6 - 1$ iſt $= 64 - 1 = 63$. Ferner a ſei $= 3$, $n = 10$, $m = \frac{3}{2}$;

ſo iſt $s = \frac{3 . \left(\frac{3}{2}\right)^{10} - 3}{\frac{3}{2} - 1} = 339\,\frac{507}{512}$. Geſezt die Reihe ginge ins Unendliche fort, ſo läßt die Summe ſich finden, wenn die Reihe eine fallende iſt, mithin wenn der Exponent kleiner als 1 iſt (oben 659); iſt er aber größer, ſo werden die Glieder endlich unendlich groß und deren Summe mithin nicht findbar. Im erſteren Falle findet man die Summe einer Reihe, in der alle Zeichen + ſind und der Exponent ein ächter Bruch iſt, wenn man das erſte Glied mit dem Nenner des Exponenten multiplicirt, dann von dem Nenner den zugehörigen Zähler abzieht und mit dem hierbleibenden Reſt jenes Product dividirt. So z. B. iſt die Summe von 3, 2, $1\frac{1}{3}$, $\frac{8}{9}$, $\frac{16}{27}$ ..... Wo alſo das erſte Glied = 3, der Exponent $\frac{2}{3}$, das zweite Glied = 2 (nämlich $= 3 . \frac{2}{3}$.) ſo iſt $s = \frac{3}{3} - \frac{3}{2} = \frac{9}{1} = 9$. Ferner $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} +$

greſſion mit einander multiplicirt oder dividirt werden ſollen, man im erſteren Falle die zugehörigen Logarithmen nur zu addiren, im lezteren nur von einander abzuziehen braucht, um das Product, oder den Quotient zu finden; denn die Glieder ſind zu betrachten als Potenzgrößen und die Logarithmen als deren Exponenten. Auch wird, mit Rückſicht auf die oben (S. 660) aufgeführten vier (1—10) Reihen oder Progreſſionen klar, daß, wenn man 10 mit 100 zu multipliciren hat, man nur 1 zu 2 zu addiren braucht, um das verlangte Product, die zu 1000 gehörige Summe 3 zu erhalten, und daß, falls man 10000 durch 1000 zu dividiren hat, man den zum Diviſor gehörigen Logarithmen 3 von dem zum Dividend gehörigen 4 ſubtrahiren muß, um den zu 10 gehörigen Reſt 1, als den geſuchten Quotienten ausgeſchieden zu erhalten, und da die Quotienten ſich als Brüche ausdrücken laſſen, ſo wird ſich der Logarithmus eines Bruches herausſtellen, wenn man den Logarithmen des Nenners von dem des Zählers abzieht, da er ſich dann bei dem ächten Bruch negativ bewerthet; denn Logarithm $\frac{1}{10}$ oder 0,1 iſt $= 0 - 1 = - 1$; wie ſich auch ergibt, wenn man die dritte und vierte der S. 659 und 660 erwähnten vier Reihen rückwärts (links) weiter fortführet.

Wer der Erfinder der Logarithmen? Iſt zweifelhaft. Kepler bemerkt in den Tabul, Rudolphin. cap. 3 p. 11: daß ein Deutſcher, Joſt (Justus) Byrge, ſie lange Zeit vor dem Schotten Johannes Neper für ſich, ohne darüber etwas zu veröffentlichen, benuzt habe, um anſtatt zu multipliciren nur addiren, ſtatt zu dividiren nur ſubtrahiren, und bei Ausziehung der Quadratwurzel nur mit 2, bei der Cubikwurzel nur mit 3 dividiren zu dürfen. So viel ſcheint jedoch außer Zweifel zu ſein, daß Neper (Nepper, Baron von Marchiſton) unter den Europäern der erſte war, der den Gebrauch der Logarithmen gemeinnütziger machte; ſeine hierher gehörige Anleitung erſchien unter dem Titel: Mirifici Canonis Logarithmorum descriptio im Jahr 1614 zu Edinburgh. Vorzüglich erſprießlich wurde Neper aber dadurch, daß er Heinrich Brigg, damals Profeſſor der Geometrie zu Oxford, rieth: ein von demſelben erfundenes Syſtem der Logarithmen bekannt zu machen — weil es vor Neper's eigenem logarithmiſchen Syſteme, größerer Brauchbarkeit wegen, ſich ſehr vortheilhaft auszeichne! Brigg befolgte den Rath und

---

$\frac{1}{8}$ und ſo ins Unendliche fort $s = 1$ (vergl. oben S. 647 Anmerk.), während der Exponent $= \frac{1}{2}$ (der Nenner alſo 2, der Zähler 1) und $a = \frac{1}{2}$; und ebenſo die Summe von $\frac{3}{5}$, $\frac{6}{25} + \frac{12}{125}$ und ſo ins Unendliche fort auch $= 1$, und auch wenn die Zeichen abwechſeln, läßt ſich bei unendlichen fallenden Reihen die Summe finden, gemäß derſelben Regel.

im Jahr 1624 zu Oxford erſchien ſeine Arithmetica Logarithmica. Neper's Logarithmen ſind ſeitdem nach und nach ganz außer Gebrauch gekommen, während ſich die Brigg'ſchen bis auf unſere Tage darin erhalten haben. Während Neper's Hauptreihe eine abnehmende Progreſſion darſtellte, bot die Brigg'ſche eine ſteigende dar, und während Brigg den Logarithmus von 1 als 0 und den von 10 als 1, den von 100 als 2 u. ſ. w. anſezte, hatte Neper dem Sinus totus (d. i. der dem halben Durchmeſſer oder Halbmeſſer, oder Radius — daher auch mit r bezeichnete — gleiche Sinus, der als ſolcher nicht größer werden kann; daher ſeine Benennung sin. tot. ſ. oben S. 610 Anm.) 0 gegeben; ſo daß mithin, mit der Zunahme der Sinus-Größe die Logarithmen abnahmen und endlich negativ wurden; ſobald nämlich die Tangenten größer wurden, als r und daher über 45° hinauf ſtiegen. Zur Erläuterung dieſer Bemerkung Folgendes: Denken wir uns einen Kreis, durchſchnitten von einer geraden Linie, die von einem Punkte des Kreiſes, deſſen Mittelpunkt hindurch zu dem entgegengeſezten Punkte deſſelben Kreiſes reicht, ſo iſt dieſe gerade Linie der Durchmeſſer des Kreiſes (Diameter Circuli); die Hälfte derſelben von einem jener Punkte bis zum Mittelpunkte, der Halbmeſſer (Radius), und eine zweite gerade Linie, die ohne den Mittelpunkt zu durchgehen, ebenfalls von einem Punkte des Kreiſes zu einem Gegenpunkte deſſelben reicht, mithin ſtets kürzer als der Durchmeſſer iſt, eine Sehne (Chorda) des Kreiſes, deren in demſelben unendlich viele gedacht werden können, gleichwie wir uns auch den Mittelpunkt des Kreiſes von ſo (unendlich) vielen Durchmeſſern durchſchnitten denken können, als dem Mittelpunkte gegenüber im Kreiſe Gegenpunkte denkbar ſind, und die, wenn ſie den Mittelpunkt berührt, dem Durchmeſſer gleich iſt. Jede Sehne, die leztere ausgenommen, durchſchneidet mithin irgend einen Halbmeſſer des Kreiſes. Denken wir uns nun irgend eine Sehne eines Stücks des Kreisbogens, ſo wird es ſtets für ſie einen Kreishalbmeſſer geben, der ſie hälftet, und der, indem er dieſes vollzieht, damit die Sehne in zwei gerade Linien theilt, deren jede einzelne einen Sinus des Kreiſes darſtellt (deſſen Größenbeſtimmung unter andern, in der Trigonometrie, dazu dient: um von den Winkeln eines Dreiecks auf ſeine Seiten, und von den Seiten auf die Winkel ſchließen zu können; denn zieht man aus dem Mittelpunkte des Kreiſes einen Halbmeſſer, bis zu jenem Kreispunkte, in welchen der Endpunkt der zu einem Sinus gehörigen Sehne fällt, ſo ſchließt ſolcher Halbmeſſer mit dem Sinus, bei jenem Zuſammentreffpunkt von Halbmeſſer und Sehnen-Endpunkt, einen Winkel ein, während der die Sehne hälftende und ſo nach ſeinen beiden Seiten hin Sinus hervorgeben machende Halbmeſſer, mit der Sehne nach beiden Seiten hin rechte Winkel bildete (vergl. S. 610 — 612 Anm.). Denken wir uns nun z. B. in einem ſenkrechten, mit ſeinem unterſten Punkte eine gerade horizontale

Linie berührenden Kreis, und einen Durchmeſſer deſſelben, der dieſer horizontalen Linie parallel liegt, ſo werden wir uns auch leicht hinzuzudenken vermögen, erſtens: einen zweiten Halbmeſſer des Kreiſes, der mit dem auf ſeiner Seite liegenden horizontalen Halbmeſſer des Durchmeſſers, im Mittelpunkte des Kreiſes einen Winkel einſchließt, und der an ſeinem entgegengeſezten Ende verlängert, den Kreisbogen durchſchneidet; zweitens eine ſenkrechte gerade Linie, die von dem im Kreiſe liegende Endpunkte des zu dem horizontalen Durchmeſſer gehörigen Halbmeſſers aus, jenen verlängerten Halbmeſſer außerhalb des Kreiſes ſchneidet, und ſo mit demſelben ebenfalls einen Winkel einſchließt; dieſe, einen ſogenannten Perpendikel darſtellende ſenkrechte gerade Linie heißt die Tangente (Berührungs-Geradlinie oder Berührungs-Gerade) jenes mittelpunktlichen Winkels oder des dieſem Winkel zugehörigen, von ſeinen Schenkeln abgeſchnittenen (und damit ſein Maaß darbietenden) Bogens, während der die Tangente abſchneidende Schenkel die Secante deſſelben genannt wird. Je größer nun der Winkel iſt, den beide im Kreismittelpunkte zuſammentreffende Halbmeſſer einſchließen, um ſo weiter außerhalb und oberhalb des Kreiſes fällt auch der die Tangente treffende, ſie dort ſchneidende Punkt des verlängerten Halbmeſſers, und um ſo länger wird die Tangente, und läuft endlich dieſer Halbmeſſer parallel der Tangente (wo er dann auf den horizontalen Kreisdurchmeſſer ſenkrecht ſteht, mit demſelben einen rechten Winkel bildend und vom Kreisbogen 90 Grade abſchneidend) ſo ſchneiden beide, die Tangente und dieſer verlängerte Halbmeſſer, ſich erſt in einer unendlichen Entfernung, weshalb die Tangente von $90^\circ = \infty$ geſezt wird. Wird jener Winkel noch größer, ſo daß mehr als 90° vom Bogen abgeſchnitten werden, ſo wird der unterwärts verlängerte Tangenten-Perpendikel von dem unterwärts zum Durchmeſſer und über den Kreis herab verlängerten Halbmeſſer (oder, in Beziehung auf Winkel-Einſchließung, verlängerten Schenkel) geſchnitten, die Tangente ſelbſt aber dadurch verneint und abnehmend, wie jener der Durchſchneidung unterliegende Bogen an Größe gewinnt. Geht endlich dieſe wachſende Bogengröße über 180° hinaus, ſo wird die Tangente wieder bejahend und zunehmend in dem Verhältniß, wie der Bogen zu wachſen fortfährt. Uebrigens heißt jeder Bogen, und ebenſo jeder Winkel, der mit einem anderen Bogen (oder Winkel) 90° macht, die Ergänzung deſſelben, und der Sinus ſolchen Ergänzungs-Bogentheiles, der Ergänzungs-Sinus (Sinus Complementi) oder kürzer der Coſinus, der, da er durch den Sinus ſtets vom Halbmeſſer abgeſchnitten wird, zu der Benennung Querſinus, oder Pfeil (Sinus Versus), womit man das abgeſchnittene Stück belegt, die Veranlaſſung gegeben hat, und es iſt alſo der Sinus Versus jener Theil vom Halbmeſſer des Kreiſes, der zwiſchen dem Bogen und ſeinem Sinus liegt. Auch ergibt ſich ſchon aus dem Vorhergehenden, daß der Coſinus

eines ſtumpfen Winkels dem ſeines ſpitzen Nebenwinkels zwar gleich, aber entgegengeſezt, d. i. verneinend iſt, wenn jener bejahend angenommen worden; wie denn überhaupt die Coſinus im erſten und vierten Quadranten bejahend, im zweiten und dritten aber verneinend ſich bewerthen; im erſten nehmen ſie ab, wenn die Winkel wachſen und verſchwinden endlich bei 90° gänzlich; im zweiten wachſen ſie, bis ſie bei 180° = r werden; im dritten nehmen ſie wieder ab und verſchwinden wiederum bei 270°; im vierten dagegen wachſen ſie wieder, bis ſie bei 360° abermals = r geworden. In demſelben Sinne nun, wie es ſich in Beziehung auf Sinus vom Coſinus handelt, ſo auch bei Tangenten und Secanten, welche zu einem Ergänzungs-Bogen oder Ergänzungs-Winkel gehören, von Cotangenten und Coſecanten (Tangens et Secans Complementi). In Beziehung auf das Verhalten der zu beſtimmten (nach Geraden und Geradtheilen gemeſſenen) Bogen gehörigen Sinuſe, Tangenten und Secanten erweiſet die Trigonometrie [d. i. jener Zweig der Geometrie, welcher nachweiſet: wie aus bekannten Theilen eines Dreiecks (oben S. 617) unbekannte zu berechnen ſind und er in die ebene und ſphäriſche zerfällt, je nachdem ſich die zu betrachtenden Dreiecke auf einer Ebene oder auf einer Kugel-Fläche befinden] und zwar die ebene, daß ſie bei jedem angenommenen Halbmeſſer, ſowohl gegen denſelben als unter ſich, in einerlei Verhältniß bleiben; wie ſie, (die Trigonometrie) denn auch weiter den Beweis ſtellet: daß in jedem, von einem Kreiſe eingeſchloſſenen Dreieck, ſich die Seiten verhalten, wie die Sinus der ihnen entgegenſtehenden Winkel. — Dieſen vorgängigen Bemerkungen ſteht nun, in Beziehung auf die Geſchichte der Logarithmen und ihrer Verwendung, zur Ergänzung des in dieſer Hinſicht bereits Beigebrachten, noch Folgendes nachzutragen: Ehemals theilte man den Sinus totus (= r) in 60 Theile, und jeden dieſer Theile wieder in 60 (Minuten), dieſe wieder in 60 (Secunden), dieſe wieder in 60 (Tertien) und ſo fort; wie man aus Ptolemaei Almag. Lib. I. c. 9 p. 13 etc. erſehen kann. Dieſe Art von Brüchen führten aber in der Trigonometrie zu ſehr zeitraubenden Rechnungen; um dieſem Uebelſtande möglichſt zu entgehen, verfiel Regiomontanus darauf, r in 60 Millionen Gleichlängen oder Theilchen zu theilen, die er bald darauf mit 100 Millionen vertauſchte, was man lange beibehielt, bis man endlich dieſe Eintheilung bis auf 10 000 000 000 trieb, ſo daß man nun auch nicht nur den Sinus von 30° [den man auch ohne dieſe Vermittelung durch eine endliche Menge von Halbmeſſer-Theilen auszudrücken vermochte], ſondern überhaupt die Sinus genauer zu beſtimmen im Stande war, weil, wenn auch wirklich bei der Bemeſſung ein oder einige dergleichen Halbmeſſer-Theilchen nicht mit in Rechnung genommen würden, dieſer Fehler, in Folge der ſo weit getriebenen Kleinheit ſolcher Theilchen, ohne weſentlichen Nachtheil un-

berückſichtigt bleiben konnte. Allein die alſo behandelten Sinus, Tangenten ꝛc. wurden ſehr große Zahlen. Man mitberechnete daher für ſie zugleich die Logarithmen, nannte die erſteren dieſer Berechnungswerthe die „natürlichen“, die lezteren die künſtlichen Sinus ꝛc., und führte, zum Gebrauche, beide nebeneinander, in beſonderen Tafeln auf. Die Logarithmen ſind nun zwar für dieſe Zahlen zu groß, allein da man ſie bei trigonometriſchen Rechnungen für die Sinus, Tangenten ꝛc. ſelbſt und nicht für jene beſtimmten Halbmeſſer-Decimaltheile, in welchen ſie ausgedrückt ſind, in Gebrauch nimmt, ſo bringt dieſes nicht nur keinen Nachtheil, ſondern macht die Rechnung vielmehr noch genauer, als dieſe ausfallen würde, wenn man ſie mit Logarithmen führte, welche für die nur bis auf ſieben Stellen angegebene Sinus (für die man den Halbmeſſer nur 10 000 000 gleichtheilt) berechnet worden wären. Dem Briggſchen Logarithmen-Syſteme gemäß darf man den Ausdruck Logarithmus bezeichnen als die Benennung für eine Zahl: aus einer mit 0 anfangenden arithmetiſchen Reihe, deren Glieder ſich auf eine geometriſche Reihe beziehen, deren erſtes Glied 1 iſt. Es ſei

die geometriſche Reihe 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256
die arithmetiſche Reihe 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

ſo iſt, wie bereits oben nachgewieſen, 0 der Logarithmus von 1, 1 der von 2, 2 der von 4 ꝛc. Es ſagt aber, wie man ſieht, z. B. der Logarithmus 8 aus, daß, indem er den Logarithmus von 256 darſtellt, er damit nachweiſet: daß 256 das 8fache Verhältniß von 1 : 2 iſt; denn, wenn man ſchließt 1 : 2 = 2 : 4, 2 : 4 = 4 : 8 u. ſ. f.; ſo wird klar, daß man in 256 das achte der alſo fortſchreitenden Verhältniſſe vor ſich hat. Daß die erſtere dieſer Reihen gerade mit 1 beginne (wie jede anders beginnende geometriſche Reihe in eine mit 1 anfangende verwandelt werden kann, iſt ſchon — S. 652 ff. — nachgewieſen worden) und die arithmetiſche mit 0, iſt zwar nicht unbedingt nothwendig, aber ohne Frage offenbar die einfachſte und natürlichſte; und ebenſo brauchte die lezte Reihe nicht nothwendig in der Ordnung der natürlichen Zahlzeichen 1, 2, 3 u. ſ. w. fortzuſchreiten, allein, wenn dieſes auch nicht der Fall wäre, ſo würden doch zwiſchen der Entfernung zweier Glieder der geometriſchen Reihe ſo viel Verhältniſſe vorliegen, als zwiſchen der Entfernung zweier Glieder der „arithmetiſchen“ ſich „Differenzen“ befinden, und dieſe mithin dennoch ausſagen: welch wievielſtes Glied durch das der arithmetiſchen in der geometriſchen angezeigt wird. Die oben zum Theil ſchon nachgewieſene Verwendbarkeit der Logarithmen, um die „Multiplication“ in Addition, die „Diviſion“ in Subtraction, die „Erhebung auf ganze Potenzen“ in Multiplication und die „Ausziehung der Wurzel“ (d. i. die Diviſion der Potenzexponenten durch die Zahl der Wurzel; ſ. oben S. 619 ff.) in Diviſion zu verwandeln, erleichtert ſchon in ſehr vielen Fällen die oft ſehr zeitrau-

benden Rechnungen, zumal des Geometers, ungemein, allein ſie würde das Leben deſſelben gleichſam vervielfachen, indem ſie die Arbeit mehrerer Monate auf die weniger Stunden zurückführte, wenn für irgend eine Baſis (oder Grundzahl des logarithmiſchen Syſtems *), a die Logarithmen aller natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4 u. ſ. w. bereits berechnet und in eine Tafel gebracht wären; aber die Logarithmen oder wirklichen Potenzexponenten der zwiſchen 1, 10, 100 fallenden Größen (alſo der Log. 2, Log. 3 ꝛc.) ſind zur Zeit noch aufzufinden! Die nachbeſchriebene Art, wie Brigg zu ſeinem Syſtem und deſſen Ausführung gelangte, möge dieſe Bemerkung erläutern. Wie bereits erwähnt, wählte Brigg eine Grundſtellung für ſeine Logarithmenfolge, in welcher das Verhältniß von : 10 für das einfache geſezt, daraus die geometriſche Progreſſion beſtimmt und hiezu die arithmetiſche Reihe der natürlichen Zahlen, jedoch mit 0 beginnend, genommen wurde; während daher ſeine geometriſche Reihe von Glied zu Glied zehnmalig wuchs, nahm ſeine arithmetiſche von Glied zu Glied um 1 zu; nämlich

---

*) Grundzahl oder Baſis iſt die Zahl, deren Logarithmus = 1 und deren Verhältniß zur Einheit mithin das Grundverhältniß oder Maaß darſtellt, worauf das ganze Syſtem, alſo die zu demſelben gehörende ganze Reihe von Zahlen mit ihren Logarithmen, berechnet iſt. Im Briggſchen Syſtem iſt es Zahl 10; oder das Verhältniß von 10 zu 1 (10 : 1) iſt deſſen Grundverhältniß, und daher iſt 1 der Logarithmus von 10. Indeſſen iſt es durchaus willkührlich, welches Grundverhältniß man wählen und welche Zahl man alſo einem aufzuführenden logarithmiſchen Syſteme zum Grunde legen will, und wie unzählige Grundverhältniſſe, ſo ſind auch unzählbare Syſteme möglich; immer drückt die Zahl des Logarithmus die Größe eines Verhältniſſes gegen das Grundverhältniß aus, und ſtets läßt ſich jedes Verhältniß ſo ausdrücken, daß eines ſeiner Glieder = 1 wird, ohne daß dadurch das Verhältniß ſelbſt irgend geändert wird. Iſt aber die Zahl bekannt, deren Logarithmus = 1, ſo ſind damit die Logarithmen aller in der zugehörigen Reihe möglichen Zahlen begründet und beſtimmt, und nimmt man dem Logarithmus einer anderen Zahl = 1 an, ſo ändern ſich ebenmäßig auch die Logarithmen aller übrigen der Reihung zugehörigen Zahlen, und wenn der Glieder auch unendlich viele wären. Auch folgt ſchon aus dem Vorhergehenden, daß, wenn in demſelben logarithmiſchen Syſteme zwei Verhältniſſe einerlei Logarithmen haben, ſie auch gleich groß ſind, und mithin daß, wenn die Logarithmen ungleich, es auch die Verhältniſſe ſein müſſen. Auch iſt klar, daß nur der Logarithmus irgend einer Zahl im Syſtem bekannt zu ſein braucht, um daraus die ungenannte Grundzahl des Syſtems finden zu können.

geometr. Reihe	1,	10,	100,	1000,	10000,	100000,	1000000	ꝛc.
arithm. Reihe	1,	1,	2,	3,	4,	5,	6	ꝛc.

ſo daß alſo die Glieder der lezteren Reihe, oder die Logarithmen der geometriſchen Reihe, die wahren Exponenten der Potenzen der 10 (und weil $10 = 1$ iſt: auch 0 als die der 1) darſtellten. Die Aufgabe war nun, die arithmethiſche Reihe ſo zu vervollſtändigen, daß alle in der geometriſchen Reihe zwiſchen 1 und 10, 10 und 100 ꝛc. in ihrer natürlichen Reihung einander folgenden Zahlen in der arithmetiſchen ihre zugehörigen Logarithmen finden. Offenbar ließen ſich zwiſchen 1 und 10, d. i. alſo zwiſchen 10^0 und 10^1, noch viele Potenzen denken, deren Exponenten größer als 0, hingegen kleiner als 1 und mithin **ächte Brüche** ſind, während zwiſchen 10^1 und 10^2 (d. i. zwiſchen 10 und 100) noch unendlich viele möglich ſind, deren Potenz oder ſogenannte Charakteriſtik *) zwar höher als 1, aber noch nicht 2 iſt, (denn erſt bei 100 wird der Logarithmus 2) und die daher **unächte Brüche** darſtellen. Da nun aber ſolche Bruch-Potenzexponenten (das ſind jene, welche nicht ganze Zahlen ſondern Brüche zur Charakteriſtik haben) doch als wirkliche Potenzen von 10 zu betrachten ſind, ſo ſchien eine genaue Beſtimmung des (allgemein mit $\frac{m}{n}$ bezeichneten) Bruchs nicht unumgänglich nothwendig; B. und deſſen Nachfolger genügten ſich daher daran: die Bruch-Potenzen, oder die Logarithmen der erwähnten Zwiſchenzahlen, durch Näherung auszudrücken. Späterhin fand der Scharfſinn der Rechner zwar Mittel und Wege, die Löſungen ſolcher Aufgaben ſich beträchtlich zu erleichtern, aber immer bleibt noch höchſt wünſchenswerth, was oben (S. 667 ff.) als hierher gehörender Mangel bezeichnet wurde. Zur Erläuterung dieſer Bemerkungen noch Folgendes:

a) Hat man beim Potenziren das Reſultat und den Exponenten und ſucht nun den **Dignanten**, ſo iſt dieſes Suchen das (oben S. 622 ff.) gedachte „Ausziehen der Wurzel“; hat man hingegen den Dignanten und das Reſultat, und ſucht dann den **Exponenten**, ſo „logarithmirt“ man. Wirft man z. B. die Frage auf: wie oft muß 2 mit ſich ſelber multiplicirt werden, um 256 zu bekommen? So iſt der Logarithmus der Zahl 256 für die Baſis 2 nichts anders als der Exponent **). Im **Brigg**'ſchen Syſtem, iſt, wie bemerkt, die Zahl

---

*) Unter **Charakteriſtik** ſind alſo jene Zahlenausdrücke zu verſtehen, welche ſich bei den Logarithmen befinden; alſo bei jenen der zwiſchen 1 und 10 fallenden Glieder der geometriſchen Reihe die 0 + eines ächten Bruches, bei denen zwiſchen 10 und 100 die 1 + eines ächten Bruches ꝛc., und drückt man hiebei den Bruch allgemein durch $\frac{m}{n}$ aus, ſo iſt z. B. der Logarithmus von $5 = 0 + \frac{m}{n}$; jener von $45 = 1 + \frac{m}{n}$ ꝛc.

) **Carteſius führte (in ſeiner Geometrie) zuerſt in der Buchſtaben-Rechnung die Bezeichnung der Dignitäten ein und ſchrieb z. B. a^2, a^3 ꝛc. mit dieſen Exponenten

10 die **Grundzahl** oder **Baſis**, und man bezeichnet die Logarithmen dieſes Syſtems (das auch das **gemeine** genannt wird — weil man ſich ſeiner, der großen Bequemlichkeit wegen, ſtets zu bedienen pflegt) L. Brigg N. oder Log. Vulg. N., oder auch ſchlechthin durch L N., wiewohl dieſe leztere Bezeichnung eigentlich ausſagt, daß man ſich darunter den Logarithmus von N, mithin keine beſtimmte Grundzahl zu denken habe.

b) In der aus dem Grundverhältniß 1 : 10 entſtehende Progreſſion, ſammt der ihren Gliedern zukommenden Logarithmen Reihe (oben S. 669) wird nicht nur klar, daß zu größeren Zahlen größere Logarithmen und zu größeren Logarithmen größere Zahlen gehören, ſondern auch, daß die Logarithmen jener Zahlen, welche zwiſchen 1 und 10 fallen, **gebrochene Zahlen** ſind. Da nun die Logarithmen in Decimalen berechnet werden, ſo folgt auch: daß die Logarithmen jener Zahlen, welche größer als 1, aber kleiner als 10 ſind, decimaltheilige Zahlen darſtellen, bei denen in der Stelle der fehlenden ganzen Ziffer eine 0 ſteht, daß die Logarithmen der zwiſchen 10 und 100 fallenden Zahlen größer als 1, aber kleiner als 2 ſein müſſen, und daher decimaltheilige Zahlen beginnend mit 1 ergeben, und daß aus gleichem Grunde auch die Logarithmen von Zahlen, welche zwiſchen 1000 und 10000 fallen, mit der ganzen Ziffer 3 anfangen ꝛc. Betrachtet man nun die Reihe

1; 10; 100; 1000; 10000; 100000; . . .
0; 1; 2; 3 ; 4 ; 5 ; . . .

von der Rechten zur Linken weiter blickend, ſo erhält man eine Reihe, die mit 1 beginnt, deren übrige Glieder aber aus gebrochenen Zahlen beſtehen, deren jede die **Einheit** zum **Zähler**, zum **Nenner** aber jenes Glied der anderen Reihe hat, welches mit ihr, als Glied, von der Einheit gleich weit fernt; ſo daß mithin der Logarithmus des nten Gliedes jener nach der Linken fortlaufenden Reihe, nothwendig auch der **negative** Logarithmus des nten Gliedes der anderen Reihe darſtellt und daß, wenn daher ein Decimal-

die zweite, dritte ꝛc. Dignität der Wurzel a anzeigend, kam aber nicht auf den Gedanken, ſtatt der Ziffern **Buchſtaben** zu Exponenten zu verwenden; es blieb **Leibniß** und **Newton** überlaſſen: durch Einführung der **undeterminirten** Exponenten und deren Bezeichnung durch kleinere Buchſtachen (z. B. a^m, y^n, x^r ꝛc.) nicht nur den **Algorithmus** (d. i. das Ganze der vier Rechnungsarten oder ſog. Species; Addition, Multiplication, Subtraction und Diviſion) der **Irrationalen** (oben S. 626) ungemein zu erleichtern, ſondern ſolchen Weges auch die Vermittelung zu gewinnen, um **unendliche** Aufgaben auf einmal aufzulöſen; wie die genannten Mathematiker der Wiſſenſchaft und dem Leben dieſen Dienſt leiſteten durch Erfindung der Rechnung mit **unendlich kleinen** Größen (Algorithmus infinitesimalis, von der **Leibniß** die erſte Nachricht ertheilte in den Act. Erudit. an. 1684 p. 467; u .ſ. w.

Bruch die Zahl 1000 zum Nenner hat, ſein Logarithmus die ganze Zahl 3 haben muß. Mithin zeigt beim Brigg'ſchen Syſteme die ganze Zahl des Logarithmus N ſtets an: welcher Ordnung die höchſte Ziffer von N angehört, und iſt daher eines Logarithmus ganze Zahl bekannt, ſo kennt man damit auch die Ordnung, der die höchſte Ziffer der zugehörigen Zahl (N) zufällt, und iſt umgekehrt dieſe Ordnung der höchſten Ziffer von N bekannt, ſo kennt man damit auch die ganze Zahl, die dem Logarithmus von N zuſteht. Dieſem Grunde gemäß nennt man die ganze Zahl des Logarithmus die Kennziffer, oder den Kennwerth (oder Charakteriſtik; figura characteristica), die ihm folgenden (anhängenden) Decimalziffern hingegen die Mantiſſe (Mantissa) d. i. die Vervollſtändigung des Logarithmus, die in den logarithmiſchen Tafeln meiſtens nur bis zur ſiebenten Decimalſtelle reicht, weil dieſe zum Gebrauche gemeinhin vollkommen genüget. Auch findet man in den genannten Tafeln die lezte Ziffer der Mantiſſe ſtets um 1 vermehrt, falls die erſte der weggelaſſenen Ziffern größer als 5 war; weil auf ſolche Weiſe jener Fehler, welcher aus der Weglaſſung der unendlichen Reihe von Decimalziffern hervorgeht, in ſeiner Größe vermindert wird; vergl. oben S. 654. Jede zu einem Logarithmus gehörige Zahl der geometriſchen Progreſſion enthält eine Ziffer mehr, als die Kennziffer deſſelben Einheiten hat.

c) Zum Grundverhältniß (ſ. oben) ſezt man am zweckmäßigſten ein ſolches feſt, deſſen erſtes Glied dem zweiten an Größe nachſteht; daß die folgenden Glieder um ſo größer hervorgehen, je weiter ſie von dem erſten fernen, folgt ſchon aus dem Vorhergehenden; denn jede zwei zunächſt aufeinander folgende Glieder in der Progreſſion haben das zwiſchen den beiden erſten ſtattfindende Verhältniß. Iſt aber, wie einleuchtet, die Größe eines Gliedes von ſeiner Entfernung vom erſten Gliede abhängig, ſo kommen gleichen Zahlen gleiche, größeren größere und kleineren kleinere Logarithmen zu, und ſo gehören auch, umgekehrt, gleiche Logarithmen zu gleichen Zahlen; größere zu größeren und kleinere Logarithmen zu kleineren Zahlen (ſ. oben). Wird nun das erſte Glied des Grundverhältniſſes gleich 1 angenommen, ſo ſind auch alle Glieder der Progreſſion Dignitäten des zweiten Gliedes (während ihre Exponenten ausſagen: wie oft ſich das Grundverhältniß zwiſchen ihnen und dem erſten Gliede 1 befindet) und darum wählte man auch ein ſolches (hier 1 : a) zum Grundverhältniß, und nannte ſein zweites, durch eine ganze Zahl ausgedrückte Glied: die Baſis oder Grundzahl des logarithmiſchen Syſtems *). Iſt nun N eine Dignität von a, ſo iſt

*) Iſt $b^n = a$, ſo iſt n der Logarithmus von a und b die Baſis d. i. die Grundzahl des Syſtems.

der Exponent dieſer Dignität der Logarithmus von N, und da jede Zahl als eine Dignität von a betrachtbar iſt, ſo hat auch jede Zahl für die Baſis a einen Logarithmus; und iſt n der Logarithm von N, ſo läßt ſich dieſes Verhältniß anzeigen durch $n = $ Logarithm N, oder auch durch $n = L N$. Auch leuchtet ein, da a von ſich ſelber die erſte Dignität darſtellt, daß Log. $a = 1$ und weil $1 = a$, daß Log. $1 = 0$ iſt; ferner, daß wenn $Lp = m$ und $Lq = n$, auch $p = a^m$ und $q = a^n$, mithin $pq = a^{m+n}$, und daher auch $Lpq = m + n$, oder da $m = Lp$ und $n = Lq$ iſt, daß auch $Lpq = Lp + Lq$, alſo: *daß der Logarithmus eines Productes gleich iſt der Summe der Logarithmen der Factoren*, woraus dann weiter hervorgeht: *daß der Logarithmus eines Quotienten gefunden wird*: wenn man den Logarithmus des Diviſors von jenem des Dividend abzieht (oben S. 657), ſo wie auch, da man eine gebrochene Zahl als einen Quotienten (den Zähler als einen Dividend und den Nenner als einen Diviſor) betrachten darf, daß man den *Logarithmus einer gebrochenen Zahl* erhält, wenn man von dem Log. des Zählers den des Nenners abzieht, woraus dann weiter folgt: daß der Logarithmus jeder gebrochenen Zahl *negativ* und daß ihr Logarithmus der negative des Nenners iſt, wenn ſie die Einheit zum Zähler hat *). Auch folgt aus dem Vorhergehenden: daß der Logarithmus einer Dignität ein Product des Logarithmus ihrer Wurzel: nach dem Geſetze ihres Exponenten iſt **), und daß der Logarithmus einer Wurzel-

*) Wie kam man darauf, jene Geſetze, welche von den poſitiven Potenzen gelten, auch bei den *negativen* in Anwendung zu bringen? Lediglich gemäß der in der Mathematik gültigen Grundforderung: *gleiche Geſetze auf gleiche Formen auszudehnen*. Nachdem man nemlich bei den Potenzen, deren Grundverhältniß erwägend, gefunden hatte: daß das Multipliciren auf Addiren und das Dividiren auf Subtrahiren zurückzubringen ſei, (ob. S. 667 ff.) erſah man auch, aus denen hiebei verwendeten Beiſpielen, daß, wenn z. B. $\frac{a^3}{a^7}$ bewirkt werden ſolle, die bei umgekehrter Ordnung ſtatthafte Weiſe unanwendbar werde, und daß man dieſe ändern müſſe, wenn man zum Ziele gelangen wolle; ſetzt man nun, zu dem Ende: ſtatt $\frac{a^3}{a^7}$ wie folgt: $\frac{a^3 \cdot 1}{a^3 \cdot a^4}$, ſo erſah man, daß a^3 und a^3, indem ſie ſich gegenſeitig aufheben, übrig laſſen $\frac{1}{4}$, das in a^{-4} geändert zur *negativen* Potenz bezeichneten Werthes führte und damit überhaupt zu einer die negativen (an ſich keinen Sinn habenden) Potenzen in ſich faſſenden Erweiterung des Begriffes der Potenz. Vergl. oben S. 641 u. ff..

**) Es ſei die Dignität $p^r = a^n$, ſo iſt auch $L p^r = L a^n$ oder $L p\, r = n$. Iſt aber $p^r = a^n$, ſo iſt auch $p = \sqrt[r]{a^n} = a^{\frac{n}{r}}$, mithin $L p = L a^{\frac{n}{r}}$

Größe gefunden wird, wenn man den Logarithmus der Größe unter dem Wurzelzeichen nach dem Geſetze des Wurzel-Exponenten dividirt. Und endlich ergibt ſich aus dem bereits Bemerkten: daß zwei Logarithmen eines gegebenen Syſtems in einem Verhältniß zu einander ſtehen, entſprechend jenem: welches zwiſchen zwei Logarithmen eines andern Syſtemes, die zu den nämlichen Zahlen gehören, obwaltet, und hat man daher die Logarithmen der Zahlen für ein Syſtem ermittelt, ſo laſſen ſich durch ſie auch die Logarithmen aller Zahlen für jedes andere Syſtem berechnen. Denn iſt z. B. in einem a zur Baſis habenden Syſteme $p = L\,m$ und $q = L\,n$, während in einem anderen α zur Grundzahl habenden $\pi = L\,m$ und $\varrho = L\,n$, ſo iſt in erſterem $m = a^p$ und $n = a^q$, und in lezterem $m = \alpha^\pi$ und $n = \alpha^\varrho$, mithin auch $a^p = \alpha^\pi$ und $a^q = \alpha^\varrho$, woraus dann weiter folgt 1) daß $a = \sqrt[p]{\alpha^\pi}$ und 2) daß $a = \sqrt[q]{\alpha^\varrho}$; mithin daß $\sqrt[p]{\alpha^\pi} = \sqrt[q]{\alpha^\varrho}$ oder $\alpha^{\frac{r}{p}} = \alpha^{\frac{\partial}{q}}$, daher $\frac{\pi}{p} = \frac{\varrho}{q}$ und alſo auch $\pi : p = \varrho : q$, $\pi : \varrho$ aber $= p : q$ oder $L\,m$ für α : $L\,n$ für α = $L\,m$ für a : $L\,n$ für a; und iſt $L\,m$ für Bas. α =

$$\frac{L\,m \text{ für Bas. } a \times L\,n \text{ für Bas. } \alpha}{L\,n \text{ für Bas. } a}$$

und wenn $n = \alpha$, ſo iſt

$$\frac{L\,m \text{ für Bas. } a \times L\,\alpha \text{ für Bas. } \alpha}{L\,\alpha \text{ für Bas. } a}$$

und daher auch

$$\frac{L\,m \text{ für Bas. } a}{L\,\alpha \text{ für Bas. } a}.$$

d) Es gelte den Logarithmus einer zwiſchen 1 und 10 fallenden Zahl, z. B. den von 2 zu finden. Die hiezu geſuchte **mittlere geometriſche Proportionalzahl** iſt nicht 2, ſondern 3,162777.. und ihr zugehöriger Logarithmus = 0, 5; ſucht man nun zwiſchen dieſer und 1 wiederum eine mittlere geometriſche Proportionalzahl, nebſt zugehörigem Logarithmus, ſo wird dieſe der 2 ſchon näher kommen, als die vorhergehende, und wiederholt man daſſelbe Berechnungs-Verfahren, z. B. 10 mal, ſo erlangt man endlich, freilich mühſam genug, eine Zahl, die von 2 um kein Zehnmilliantel fernt; dieſe nimmt man nun für 2 und ebenſo auch den zuletztgefundenen Logarithmus für jenen Logarithmus, welcher zu dieſer die 2 vertretenden Zahl

---

oder $L\,p = \frac{n}{r}$, und es entſteht mithin der Logarithmus von p^r aus dem für p, wenn $L\,p$ nach dem Geſetz von r multiplicirt wird, oder $L\,p^r = r\,L\,p$.

gehört, und hat man auf ſolche Weiſe die Logarithmen für die **Primzahlen** (die als ſolche keine weitere Factoren als 1 und ſich ſelber haben; z. B. 2, 3, 5 ꝛc., während die übrigen **zuſammengeſetzte** Zahlen ſind; oben S. 641.) gefunden, ſo laſſen ſich die den **zuſammengeſetzten** Zahlen zugehörigen leicht nachweiſen, in der Art, wie man Potenzgrößen in einander multiplicirt und durch einander dividirt (oben S. 623.). Aber das Aufſuchen der mittleren arithmetiſchen Proportionalzahl für die jedesmalige mittlere geometriſche iſt ſehr Zeitraubend, wie ſolches jene Mathematiker zur Genüge fanden, welche in ſo mühſamer Weiſe die erſten **logarithmiſchen Tafeln** berechneten*). Jetzt kennt man, um Gleiches zu erreichen, kürzere Verfahren.

e) Beabſichtigt man den Logarithmus einer Zahl zu finden, welche in den Tafeln nicht vorkommt, und die auch keine Factoren hat, durch die der Logarithmus gefunden werden könnte, ſo gelangt nach dem, in folgendem Beiſpiele beſchriebenen Verfahren zu einem, wenn gleich nicht ungemein ſcharfen, aber doch auch nicht beträchtlich fehlerhaften Werthe. Es ſey zu ſuchen der Logarithmus von 7986457. Man zerlegt dieſe Zahl in 7986000, + 457 und unterwirft nun zuvörderſt deren erſten Theil, nemlich die beiden Faktoren 7986 und 1000 der Suchung; von beiden ſtehen die Logarithmen in den Tafeln; man addirt

---

*) So, wie man bei der ſtetigen Proportion das fehlende **mittlere Glied** findet, nämlich durch Hälftung der Summe des erſten und letzten, ſo auch die vor und nach dem mangelnden Gliede fallende mittlere Proportionalzahl; die **geometriſche** bei III, die arithmetiſche bei IV (oben S. 670. f.), und hat man dieſe gefunden, ſo wendet man daſſelbe Verfahren an auf jene Fehlenden, welche, nach beiden Seiten hin, zwiſchen dem alſo gefundenen und denen urſprünglich ſchon gegebenen ihre Stellen einzunehmen haben, ſo daß man zuletzt alle in der Progreſſion III zwiſchen 1 und 10 und 100 ꝛc. enthaltenen natürlichen Zahlen, und in der Reihe IV alle zugehörigen Logarithmen erhält. Da aber ſolchen Weges zu dem zu findenden Zahlwerthe nur Annäherungen ſich ergeben können, ſo hat man dieſe mindeſtens ſo weit zu treiben, daß der Fehler, der zuletzt dennoch bleibt, nicht ein Zehnmilliontel beträgt, was der Fall iſt, wenn man die mittlere Proportionalzahl bis zur 7ten Decimalbruchſtelle berechnet. — Vergrößert man übrigens die Kennziffer eines Logarithmus um 1, 2, 3 Einheiten, ſo iſt jene Zahl, zu welcher nun der Logarithmus gehört, zu betrachten: als ob ſie mit 10, 100, 1000 ꝛc. multiplicirt worden wäre und die dem Logarithmus ſelbſt zukommende Zahl (wenn man ſeine Kennziffer um 1, 2 ꝛc. vermindert) als ob ſie durch 10, 100, 1000 ꝛc. dividirt worden ſey z. B. Logarithmus 124 = 2.0934217, ſo iſt Logarithmus 1240 = 3.934217 und Logarithmus 12,4 = 1.0934217. — Gilt es den Logarithmus eines **Dezimalbruches** zu finden, ſo ſucht man in den Tafeln den Logarithmus jener Zahl, welche einen Zähler ausdrückt, indem man ſie als eine ganze Zahl betrachtet, zieht dann aber von deſſen Kennziffer ſo viel Einheiten ab, als deren in ſeiner negativen Ordnungsziffer vorkommen. So iſt z. B. Logarithmus 0,124 = — 1 . 0934217. Um hiebei jedoch jede Zweideutigkeit zu vermeiden, ſetzt man, da jetzt das —=Zeichen ſich lediglich auf die Kennziffer und nicht zugleich auch auf die Mantiſſe bezieht, die negative Kennziffer zweckmäßig hinter die Mantiſſe und an die Stelle der Kennziffer eine 0; z. B. Logarithmus 0,124 = 0.0934217 — 1.

dieſe und erhält ſo den Logarithmus von 7986000. Jetzt ſucht man auch auf gleiche Weiſe den Logarithmus von 7987000 und zieht von dieſen den vorigen ab; wo dann für obigen Fall der Unterſchied = 544 ſeyn wird. Man beantwortet nun, nach der Regeldetrie die Frage: welchen Logarithmen-Unterſchied gibt 457 (d. i. jene Zahl, um welche 7986457 größer iſt als 7986000), da 1000 den von 544 gewährt? Als Antwort fällt nahe 249; dieſe werden nun zu dem Logarithmus von 7986000 addirt und geben ſo, mit dieſen, den geſuchten Logarithmen mit dem Werthe von 6.9023542.

f) Findet ſich zwar ein gegebener Logarithmus, deſſen zugehörige Zahl man verlangt, nicht in den Tafeln, wohl aber ſeine Kennziffer, ſo hebt man zunächſt heraus den Unterſchied der Logarithmen jener zwei Zahlen, zwiſchen welche er zunächſt fällt, dann aber auch jene Differenz zwiſchen dem gegebenen und dem nächſt kleineren, und antwortet nun, nach der Regeldetrie auf die Frage: wieviel gibt die zweite Differenz, da die erſte bei denen den Logarithmen zugehörigen Zahlen z. B. eine Differenz gleich 1 geben? Z. B. die zu den Logarithmen 3.5975855 und 3.5976952 gehörigen Zahlen 3959 und 3960 differiren um 1, während die Differenz ihrer Logarithmen 1097 und die zwiſchen dem kleineren dieſer beiden Logarithmen und jenem, zu welchen man die Zahl ſucht 438 beträgt; mithin 1097 gibt 1, wieviel 438? Antwort: 0,4. Dieſe 0,4 zur kleineren der beiden Zahlen addirt, gibt 3959,4 als jene zu Logarithmus 3.5976293 gehörende, geſuchte Zahl.

g) Aber auch die Kennziffer des ſeiner zugehörenden Zahl nach zu beſtimmenden Logarithmus finde ſich nicht in den Tafeln. Man verfährt wie zuvor; d. h. man nimmt wieder aus den Tafeln jene Logarithmen, zwiſchen deren Mantiſſen die Mantiſſe des die Aufgabe ſetzenden zunächſt fällt; man vergrößert dann die ihnen zugehörigen Kennziffern um ſo viele Einheiten, als erforderlich: um der Kennziffer des vorliegenden gleich zu werden; iſt dieſes vollbracht, ſo gehören ſie ein Paar in den Tafeln vorkommenden Zahlen zu, denen man dann nur ſo viele Nullen anzuhängen hat, als zu den Kennziffern Einheiten gekommen ſind, um aus ihnen, wie zuvor, den verhältlichen Antheil aufſuchen zu können. Z. B. man verlange die Zahl zu kennen, die zu dem Logarithmus 5.1135690 gehört. Man nimmt aus den Tafeln die Logarithmen 3.1132747 und 3.1136091, die, addirt man zu ihren Kennziffern 2, den Zahlen 129800 und 129900 zugehören. Die Differenz dieſer Logarithmen iſt 3344 und die der zugehörigen Zahlen 100, während der Unterſchied zwiſchen dem die Aufgabe beſtimmenden und dem nächſt kleineren 2943 beträgt. Mithin: da 3344 gibt 100, was gibt 2943? Antwort 88... Dieſes, zur kleinern Zahl geſetzt, gewärht 129888... als die zu dem Logarithmen 5.1135690 gehörige Zahl.

h) Zur leichten Auffindung der Logarithmen einer Zahl iſt vor Allem erforderlich die Ermittelung einer **allgemeinen Gleichung**, welche, wenn die Baſis b gegeben iſt, anleitet: in jedem logarithmiſchen Syſteme zu jeder Zahl die Logarithmen zu finden, oder die anzeiget: wie der Logarithmus jeder Zahl von dieſer Zahl abhängig iſt? (Vgl. oben S. 672). In dem Ausdrucke $1 + x$ ſei x eine unbeſtimmte Zahl, ſo läßt ſich jede gegebene Zahl betrachten als eine Dignität eines ganzen Exponenten von $1 + x$; weil x ſich für jeden Fall ſo beſtimmen läßt, daß dieſes möglich wird. Bezeichne z. B. m eine ganze und p irgend eine gegebene Zahl, und es ſei $(1 + x)^m = p$, ſo iſt $1 + x = \sqrt[m]{p}$ und $x = -1 + \sqrt[m]{p}$. Setzen wir nun im einfachſten Falle $m = 2$ und $(1 + x)^2 = P = 1 + y$, ſo iſt $2\,L\,(1 + x) = L\,(1 + y)$; $(1 + x)^2$ alſo $= 1 + y$ und ſind A, B, C, D, E ꝛc. für ein und daſſelbe log. Syſtem unveränderlich, ſo iſt die Form der geſuchten Gleichung:

$$2\,A\,x + 2\,B\,x^2 + 2\,C^3 + 2\,D\,x^4 + \dots$$
$$= A\,y + B\,y^2 + C\,y^3 + D\,y^4 + \dots$$

und drückt man darin für y gleichgültige Werthe durch x aus, jedoch gemäß der angenommenen Bedingung, ſo ſind dieſe die Stelle von y vertretende x Werthe:

$$y = 2\,x + x^2$$
$$y^2 = 4\,x^2 + 4\,x^3 + x^4$$
$$y^3 = 8\,x^3 + 12\,x^4 + 6\,x^5 + x^6$$
$$y^4 = 16\,x^4 + 32\,x^5 + 24\,x^6 + \dots$$
$$y^5 = 32\,x^5 + 80\,x^6 + \dots$$

und man erhält dann

$$2\,A\,x + 2\,B\,x^2 + 2C\,x^3 + 2\,D\,x^4 + \dots$$
$$= 2\,A\,x + A\,x^2 + 4\,B\,x^3 + B\,x^4 + \dots$$
$$4\,B\,x^2 + 8\,C\,x^3 + 12\,B\,x^4 + \dots$$
$$16\,D\,x^4 + \dots$$

daher	mithin
$2\,A\,x = 2\,A\,x$	$A = A$
$A + 4\,B = 2\,B$	$B = -\frac{1}{2}\,A$
$4\,B + 8\,C = 2\,C$	$C = +\frac{1}{3}\,A$
$B + 12\,C + 16\,D = 2\,D$	$D = -\frac{1}{4}\,A$
$6\,C + 32\,D + 32\,E = 2\,E$	$E = +\frac{1}{5}\,A$

Werden nun dieſe gefundenen Werthe in die Gleichung

$$L\,(1 + y) = A\,y + B\,y^2 + C\,y^3 + D\,y^4 + E\,y^5 + \dots$$

geſetzt, ſo erhält man

$$L\,(1 + y) = A\,(y - \tfrac{1}{2}\,y^2 + \tfrac{1}{3}\,y^3 - \tfrac{1}{4}\,y^4 + \tfrac{1}{5}\,y^5 + \dots)$$

was im Allgemeinen das Verhältniß des Logarithmus zu der ihm zugehörigen Zahl nachweiſet, und mithin die **geſuchte Gleichung**

gewährt, die jedoch, da ihre Glieder mit + und — wechſeln, an Unbehülflichkeit der Form leidet; ein Uebelſtand, der unter andern aufgehoben wird, wenn man für + y gehörigen Ortes — y ſetzt, was $L(1 - y) = A(-y - \frac{1}{2}y^2 - \frac{1}{3}y^3 - \frac{1}{4}y^4 - \frac{1}{5}y^5 - \ldots)$ und mithin $L\frac{1+y}{1-x} = 2A(y + \frac{1}{3}y^3 + \frac{1}{5}y^5 + \frac{1}{7}y^7 + \ldots)$ gibt, und wenn man in ihr für $\frac{1+y}{1-y}$ den Ausdruck $\frac{p+q}{p}$, mithin für y den Werth $\frac{q}{2p+q}$ ſetzt, $L\frac{p+q}{p} = 2A\left(\frac{q}{(2p+q)} + \frac{q^3}{3(2p+q)^3} + \frac{q^5}{5(2p+q^5)} + \ldots\right)$ bewerthet. Mittelſt dieſer letzteren Gleichung vermag man nun leicht, ſofern man den Werth von A beſtimmt hatte, den Logarithmus einer jeden Zahl zu finden. Da nun nach der Verſchiedenheit des angenommenen Zahlenwerthes von A, wie ſich aus Obigem ergibt, auch der Log. von $\frac{p+q}{p}$ zu verſchiedenen Syſtemen gehört, ſo hat man A den **Modulus** genannt, und ſetzt man A = 1, ſo lautet die Gleichung:

$$L\frac{p+q}{p} =$$

$$2\left(\frac{q}{2p+q} + \frac{q^3}{3(2p+q)^3} + \frac{q^5}{5(2p+q)^5} + \frac{q^7}{7(2p+q)^7} + \ldots\right)$$

und dann heißen die hienach berechneten Logarithmen (deren Modulus alſo = 1 iſt), die **natürlichen** (L. nat.)*) zum Unterſchiede von den **künſtlichen** (zu denen auch die **Brigge**'ſchen gehören) die man allgemein durch L. art bezeichnet. In Beziehung auf das weiter oben Bemerkte (S. 370) iſt daher die **Grundzahl des natürlichen Logarithmen-Syſtems**: die Grenze des Werthes $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = \beta$, während b (= 10. wenn auch die Zahl den Logarithmus 1 hat) die Grundzahl des Brigge'ſchen Syſtems ausdrückt. Bedeutet aber in letzterem n eine ganze poſitive Zahl, ſo iſt die Zahl $\sqrt[n]{b} = b^{\frac{1}{n}}$ um ſo kleiner, je größer n angenom-

*) Sonſt nannte man die natürlichen Logarithmen auch die **hyperboliſchen**, weil man ſie in der Integral-Rechnung (ſ. w. u.) zur Integration der Hyperbeln verwendet; wie denn in einer Hyperbel zwiſchen den Aſymptoten jedes logarithmiſche Syſtem erfindbar iſt.

men worden; wie groß es aber auch ſei, ſo kann doch $\sqrt[n]{b} = b^{\frac{1}{n}}$ nie auf 1 kommen, **ſondern muß ſtets um etwas** (ſei dieſes Etwas ſo klein wie es wolle) **größer bleiben.**

i) Wie ſich aber der künſtliche Logarithmus aus dem natürlichen finden läßt, ſo, wie aus Obigem hervorgeht, auch der natürliche aus dem künſtlichen, und iſt $1 + x = y$ (oben S. 375), und mithin log. artif. $y = \frac{\text{log. nat. } y}{\text{log. nat. } b}$, ſo iſt auch log. artif. y log. nat b = log. nat. y, und der Ausdruck $\frac{1}{\text{log. nat. } b}$ iſt der **Modulus** des zur Grundzahl b gehörigen Logarithmen-Syſtems *). Es bezeichne z. B. *m* den zu findenden Modulus des Brigg'ſchen Syſtems, während $y = 96$ (oder ſtatt deſſen zu irgend einem beliebigen anderen Zahlenwerthe) angenommen werde, ſo haben wir

$$m = \frac{\text{log. brigg. } 96}{\text{log. nat. } 96} \text{ oder wirklich } \frac{1{,}9822712\ldots}{4{,}5643481\ldots}$$

oder wirklich dividirt 0,434294481903 ....

als den geſuchten Modulus. Iſt nun $y = 10$. ſo iſt

$$\frac{\text{log. brigg. } 10}{\text{log. nat. } 10} = \frac{1}{2{,}30258509}$$

und wirklich dividirt ebenfalls 0,434294481903 .... Es ſei ferner $z = \frac{\text{log. nat. } y}{\text{log. art. } y}$, y ſei = 10 (deſſen Log. im Brigg'ſchen Syſtem = 1 iſt, oben S. 677), ſo

*) Log. artif. $y = \frac{1}{\text{log. nat. } b}$. log. nat. y, wo man auch, der Kürze wegen, ſtatt log. nat. y ſetzen kann ly und ſtatt log. nat. b in gleicher Weiſe lb, und bezeichnet man z. B. mit λ den gegebenen Logarithmus eines künſtlichen Syſtems, deſſen Grundzahl b, während die geſuchte Zahl y, ſo iſt $\lambda = \frac{1.\ \text{l. } y}{\text{l. } b}$ und mithin λ l. b = ly. Und iſt ly = Z, ſo haben wir im natürlichen Syſtem eine Reihe für β^z, das will ſagen: für jede Zahl in dieſem Syſteme, denn die Grundzahl in der Potenz Z kann ganz allgemein alle Zahlen ausdrücken. Klar iſt zugleich aus dem Obigen und dem weiterhin Bemerkten, daß, wenn man zuvor die natürlichen Logarithmen berechnet hat, man durch Multiplikation mit dem Modulus jedes künſtlichen Syſtems, jeden Logarithmus ſolchen Syſtems leicht zu finden vermag. Der Modulus des Brigg'ſchen Syſtems iſt 0,4342944819 ..... Der **natürliche** Log. von 125 iſt 4,8283137373; es ſoll z. B. der Brigg'ſche Log. von 125 gefunden werden, ſo erhält man, von der erſten **linker** Hand gegebenen Ziffer des Multiplikators zu multipliciren angefangen und fortgefahren zum Producte 2,09691001280 und hiemit den, gewiß bis auf 7 Decimalſtellen richtigen Brigg'ſchen Logarithmus von 125. — In denen im Jahre 1778 erſchienenen **Schulz**'ſchen Tafeln findet man unter andern (außer den natürlichen Logarithmen der **Linien des Kreiſes**) die **natürlichen Logarithmen** von 1 bis 10000.

haben wir $Z = \frac{2,30258509\ldots}{1} = 2,30258509\ldots$; nehmen wir nun, um das Multipliciren zu kürzen, nur die vier erſten Ziffern (geſchloſſen oder ganz würden wir die Brigg'ſche Grundzahl doch nicht erhalten, wenn wir auch alle hier genannten Ziffer und eine noch weit längere Reihe derſelben nehmen; denn Z iſt eine unendliche Reihe), ſo erhalten wir dennoch ſchon eine Zahl, die der Brigg'ſchen Grundzahl, der 10, ſich beträchtlich nähert, wenn wir der in folgender Reihe $\left(\beta^z = 1 + Z + \frac{1}{2} Z^2 + \frac{1}{6} Z^3 + \frac{1}{24} Z^4 + \frac{1}{120} Z^5 + \frac{1}{720} Z^6 \ldots\right)$ ausgedrückten Regel gemäß rechnen: $1 + 2,3025\ldots + 2,650753\ldots + 2,034450\ldots + 1,171080 + 0,539281 + 0,206949 = 9,905013$; daß man der Zahl 10 um ſo näher kommen wird, je weiter man in den Potenzen von Z fortfährt, iſt an ſich klar, und ebenſo auch, daß wenn man jene Formel $\left(\frac{\text{log. brigg. y}}{\text{log. nat. y}}\right)$ umkehrt, man jene Zahl erhält, durch welche man, wenn man die Brigg'ſchen Logarithmen damit multiplicirt, dieſe in natürliche verwandelt. Setzt man z. B $y = 61$, ſo erhalten wir $\frac{\text{log. nat. 61}}{\text{log. brigg. y}}$ hier $\frac{4,1108738\ldots\ldots}{1,7853298\ldots\ldots}$ zum Quotienten 2,302585092994 . . . multiplicirt man nun hiemit einen Brigg'ſchen Logarithmus, z. B. den von 125, der = 2,0969100 iſt, und nimmt man dabei zum Multiplicator nur die 4 erſten Ziffern, ſo erhält man $2,0969100 \times 2,3025 = 4,82813527500$ als den geſuchten natürlichen Logarithmus von 125, der freilich noch genauer beſtimmt erhalten worden wäre, hätte man den Brigg'ſchen Log. von 125 mit allen Ziffern des zuvor genannten Quotienten multiplicirt.

k) Folgende Anwendungen der **Logarithmen** mögen deren Nützlichkeit zum Beiſpiel dienen;

α) 13913 Pariſer Fuß ſind faſt gleich 14400 Rheinländiſche; wie viel beträgt ein Pariſer Fuß in rheinländiſchem Maaß? Der Log. 14400 iſt = 4,1583624 Log. 1 iſt = 0,0000000; Log. 13913 = 4,1434207; die Differenz beider = 0,0149417. Die Tafeln geben dieſen Log. nicht genau, man erhält jedoch die ihm zugehörige Zahl bis auf Tauſendtheile der Einheit genau: wenn man ſeine Kennziffer um 3 Einheiten vermehrt, und ihn dann aufſucht, da dann der Log. von 1035 ihm am nächſten kommt; dividiren wir nun dieſe Zahl (der um 3 Einheiten vergrößerten Kennziffer wegen) mit 1000, ſo erhalten wir

1,035 und damit den Betrag deſſen, was der Pariſer Fuß, auf rheinländiſches Maaß gebracht, mehr austrägt; alſo 1 Fuß Pariſer = 1,035 Rheinl. Umgekehrt erhält man 1 rheinländiſchen Fuß = 0,9662 Pariſer. Da ſich hier die untere Zahl von der oberen nicht abziehen läßt, ſo ſetzt man zur Kennziffer der erſteren noch ſo viele Einheiten (in dieſem Falle 1) daß der Abzug möglich wird, und merkt ſolches hinter der Differenz mit dem Minuszeichen an; was dann anzeigt: daß man die zu dem Log. gehörige Zahl (für dieſen Fall) mit 10 dividiren muß, weil die zum oberen Log. gehörige Zahl durch Zuſatz der 1 zu ſeiner Kennziffer zu betrachten iſt : als wäre ſie mit 10 multiplicirt worden. Sucht man dann den gefundenen Log. auch noch unter der Kennziffer 3 auf, ſo hat man die Zahl abermals mit 1000 zu dividiren, oder: man muß in Allem 4 Decimalſtellen von ihr abſchneiden, was dann

14400 : 13913 = 1 rheinl. Fuß ;
die Log. der beiden letzten Glieder : 4,1434207
die Log. von 14400 = 4,1583624
0,9850583— 1 gibt.

Zöge man den oberen Log. vom unteren ab, und nehme man darauf den Reſt negativ, ſo gelangte man auch zum Ziele, die verlangte Zahl würde dann aber nicht in Form eines Decimalbruches (alſo nicht = 0,9662) ſondern in jener eines gemeinen Bruches hervorgehen; die Differenz würde nämlich ſein = — 0,0149417, was zu betrachten iſt, als 0 — 0,0149417; es iſt daher die zu 0 gehörige Zahl 1 mit der zu 0,0149417 gehörigen 1,033 zu dividiren, was (1000 : 1035 = 200 : 207) $\frac{200}{207}$ und in einen Decimalbruch verwandelt 0,966, gibt, ein Ergebniß, das man aber nach dem erſteren Verfahren ſogleich und ohne weitere Rückführung erhalten hatte.

β) Ein Beiſpiel, entlehnt aus der Interuſurien-Rechnung: 1000 Flor. Capital ſind zu 5 Prct. ausgeliehen worden unter der Bedingung: daß die Zinſen wieder zum Capital geſchlagen werden ſollen; wie hoch iſt das Capital nach Ablauf von 10 Jahren angewachſen? Nach der Regel de tri beträgt das Capital, da 100 geben 105, nach dem erſten Jahre 1050, nach Ablauf des zehnten Jahres $\left(\frac{105}{100}\right)^{10}$ 1000. Der eingeklammerte Bruch wird aber zur zehnten Potenz erhoben, wenn man ſeinen Log. mit 10 multiplicirt und zu dem Producte den Log. von 1000 addirt:

$$\text{Log. } 105 = 2{,}0211893$$
$$\text{Log. } 100 = 2{,}0000000$$
$$\text{Log. } \frac{105}{100} = 0{,}0211893$$

und zehnfach = 0,2118930
hiezu Log. 1000 = 3

Log. des Capitals = 3,2118930 der ſehr nahe zu 1628,9 gehört; das Capital beträgt alſo nach zehn Jahren 1628, 9 Flor. = 1628 Flor. 54 kr. *).

γ) Es ſoll der Log. folgender geforderten Wurzeln gefunden werden: $\sqrt[5]{\frac{7329^3}{1984^2}}$. Löſung: Der Log. des Zählers, der = 3,8650447 dreimal genommen gibt 11,5951341; der des Nenners = 3,2975417 verdoppelt gibt 6,5950834; dieſes Gedoppelte von jenem Dreifachen abgezogen hinterläßt 5,0000507, und dieſer Reſt dividirt durch 5, gewährt in dem dadurch erhaltenen Quotienten 1,0000101 den Log. der verlangten Wurzel, welche mithin etwas über 10 betragen wird.

Beim Gebrauch der Logarithmen kommt unter andern auch der Ausdruck Proportionaltheile vor; zur Erläuterung deſſelben, ſo wie zu jener des Gebrauchs der Logarithmentafeln und decadiſchen Ergänzungen, zu dem Vorhergehenden (S. 668 u. ſ. f.) noch Folgendes:

α) Auf die Frage: wie verhalten ſich zu einander die Unterſchiede von von p + q — p und von p + Q — p, wenn p eine 1000 an Größe übertreffende Zahl, p + q und p + Q aber größere, p jedoch höchſtens um die Einheit überwerthende Zahlen vorſtellen? Fällt die Antwort: es verhält ſich die Differenz zwiſchen p und p + q zu jener zwiſchen p und p + Q, wie die des L p von L (p + q) zu der des L p von L (p + Q). Denn es iſt L Brigg $(p + q) = M.\, L \text{ nat } p + \frac{M\,p}{p}$, daher auch L Brigg (p = Q) $= M.\, L \text{ nat } p + \frac{M\,Q}{p}$. Und da nun hienach der erſte Unter-

*) Setzen wir allgemein ſtatt 1000 Fl. des Capitals a, ſtatt 5 Prct. Zinſen b, ſtatt 100 Fl. c und ſtatt 10 Jahre n, ſo erhält man ſtatt des Werthes $\left(\frac{100 + 5}{100}\right)^{10}$. 1000 allgemein: $\left(\frac{c + b}{c}\right)^{n} \cdot a$ und als deſſen Log. den = n Log. (c + b) — Log. c + Log. a.

ſchied der Zahlen $= p + q - p = q$, der zweite aber $= p + Q - p = Q$ iſt, ſo iſt mithin auch ihr Verhältniß $= q : Q$. Und ebenſo iſt $L\,Brigg\,(p + q) - L\,Brigg\,p = M\,L\,nat\,p + \frac{M\,q}{p} - M\,L\,nat\,p = \frac{M\,q}{p}$, und $L\,Brigg\,(p + Q) - L\,Brigg\,p = M\,L\,nat\,p + \frac{M\,Q}{p} - M\,L\,nat\,p = \frac{M\,Q}{p}$; daher dann das Verhältniß der Differenzen der Logarithmen gleich $\frac{M\,q}{p} : \frac{M\,Q}{p} = M\,q : M\,Q = q : Q$, folglich übereinſtimmend mit dem Unterſchiede der Zahlen. Es ſei die zwiſchen A und C fallende, 1000 an Größe übertreffende Zahl B kleiner als A und größer als C, jedoch ſo, daß die Unterſchiede dieſer drei Zahlen 1 nicht übertreffen, ſo haben wir

$A - C : B - C = L\,A - L\,C : L\,B - L\,C$; ferner;

1) $B - C = \frac{(A - C)\,(L\,B - L\,C)}{L\,A - L\,C}$

2) $L\,B - L\,C = \frac{(B - C)\,(L\,A - L\,C)}{A - C}$.

Will man daher B für C finden, ſo muß die Differenz B—C zu C addirt werden, und ſoll L B durch L C gefunden werden, ſo muß die Differenz L B — L C dem L C zugeſetzt werden. Die beiden Zahlen B—C und L B — L C ſind aber die hieher gehörigen Proportionaltheile.

β) Die Tafeln bieten, wie bereits bemerkt worden, nur die Logarithmen der ganzen Zahlen, die kleineren jene von 1 bis 10000, die größeren die von 1 bis 100000 berechnet dar, und nur in den letzteren findet man die Proportionaltheile aufgeführt. Geſetzt nun, es ſoll der Logarithmus einer Zahl gefunden werden, welche hinſichtlich ihrer Vielziffrigkeit die Zahlen der kleinen Tafeln an Ziffernmenge überbietet; ſo läßt ſich entweder αα) ſolche zuvielziffrige Zahl in Factoren zerlegen, von denen jeder kleiner als 10000 iſt [da man dann den Logarithmus jedes Factors aufzuſuchen und dieſe Logarithmen zu addiren hat; die Summe gewährt den geſuchten Logarithmus; oben S. 672], oder ββ) es iſt die gegebene Zahl eine Primzahl (oben S. 674), in welchem Falle man ſie dadurch in eine decimaltheilige Zahl zu verwandeln hat, daß man zunächſt in ihr von der Linken zur Rechten, mittelſt eines Komma, 4 Stellen abſchneidet, dann zu der alſo gewonnenen decimaltheiligen Zahl dem oben gedachten Lehrſatze gemäß den zugehörigen Logarithmus ſucht, und zu deſſen Kennziffer ſo viele poſitive Ein-

heiten addirt, als die decimaltheilige Zahl Decimalſtellen hat. Es ſoll z. B. geſucht werden zu der gegebenen Zahl 8375624 der Logarithmus. Bezeichnen wir jenen kleinen Zuſatz, um welchen der Logarithmus von 8375 kleiner iſt, als der von 8375,624 mit d, ſo haben wir

$$A = 8376 \qquad L\,A = 3{,}9230367$$
$$B = 8375{,}624 \qquad L\,B = 3{,}9229848 + d$$
$$C = 8375 \qquad L\,C = 3{,}9229848$$

$A - C$ iſt mithin $= 1$ $B - C = 0{,}624$ $L\,A - L\,C = 0{,}0000519$ folglich

$$1 : 0{,}624 = 0{,}0000519 : L\,B - L\,C$$
$$= 0{,}0000519 : d$$

und mithin $L\,B - L\,C = d = 0{,}000032385б$; vergl. S. 663 *).

Oder γγ) es iſt die Zahl zerlegbar in Factoren, von denen jeder größer iſt als 10000; da man dann entweder, wie bei ββ) ſogleich den Logarithmus der gegebenen ganzen Zahl ſucht, oder, wie bemerkt, die Logarithmen der einzelnen Factoren, und dieſe ſummirt. Wie aber beim Aufſuchen des Logarithmus einer decimaltheiligen Zahl zu verfahren, und daß, zur Rechnungskürzung, wenn der Logarithmus eine negative Kennziffer hat, ſtatt der Charakteriſtik eine Null zu ſetzen iſt, und ebenſo auch, wie, mittelſt der kleineren Tafeln, zu einem gegebenen poſitiven Logarithmus die zugehörige Zahl zu finden ſei, deßgleichen, wie man die einem negativen, als ſolcher einer gebrochenen Zahl angehörigen Logarithmus, zuſtändige Zahl zu ſuchen habe, ergibt ſich aus dem, mit S. 668 beginnenden Vorhergehenden. Hinſichtlich des Gebrauches der in den größeren Tafeln vorkommenden Proportionaltheile gilt im Allgemeinen folgende Regel: Bezeichnet n eine ganze, 1000 an Größe übertreffende Zahl, und u eine, die kleiner als 1, ſo iſt

---

*) Da jedoch die Logarithmen nur auf 7 Decimalſtellen berechnet werden (S. 671), ſo darf man die letzten drei Stellen, alſo 856 ſtreichen, und dafür die vor der 8 ſtehende Ziffer 3 zur Ziffer 4 erhöhen (a. a. O. und S. 654 linke Spalte, unten), da dann $d = 0{,}0000324$ wird. Mithin iſt nun $L\,B = L\ 8375{,}624 = 3{,}9230172$ und folglich auch $L\ 8375624 = 6{,}9230172$. Es hätte jedoch der geſuchte Logarithmus auch gefunden werden können, mittelſt des einen Proportionaltheils. Uebrigens nennt man die den Logarithmen zugehörigen Zahlen auch künſtliche, im Gegenſatze der natürlichen oder abſoluten, iſt 100 die natürliche Zahl, ſo iſt L 2000000 die künſtliche. Bei Berechnung der Logarithmen haben ſich die großen Vorzüge der Decimalbrüche (oben S. 651), wie überhaupt bei Berechnungen, welche ins Gebiet der höheren Mathematik gehören, zumal bei dem aſtronomiſchen Calcul ꝛc. aufs vollſtändigſte bewährt. Beim Handel dagegen wird ihre Verwendung ſchon darum nicht in den Gang kommen, weil der Kaufmann, wenn er rechnet, ſtillſchweigend ſich die Aufgabe ſtellt, mit ſo wenig Ziffern als möglich auszureichen.

$$L(n+1) - Ln : L(n+u) - Ln = (n+1) - n : (n+u) - n$$

mithin $L(n+u) - Ln = u(L[n+1] - Ln)$

und $$\frac{L(n+u) - Ln}{L(n+1) - Ln} = u.$$

War daher u und $L(n+1) - Ln$ bekannt, ſo findet man die Zahl, die zu Ln addirt werden muß, wenn $L(n+u$ aus Ln gefunden werden ſoll, und kennt man $\frac{L(n+u) - Ln}{L(n+1) - Ln}$, ſo kennt man damit auch jene, welche, zu n addirt, die geſuchte Zahl $n+u$ gewährt. Iſt daher in der Tafel u und $u(L[n+1] - Ln)$ bereits berechnet, ſo iſt man der mühſamen Berechnung der Proportionaltheile überhoben. Auch hat man nicht nöthig, jeden Proportionaltheil u ſammt, ſeinem zugehörigen $u(L[n+1] - Ln)$ für ſich zu berechnen, ſondern man darf auch u beliebig annehmen und nach deſſen Geſetze $(L[n+1] - Ln)$ multipliciren, um leichteren Rechnens zum Ziele zu gelangen; man ſucht nämlich den Unterſchied jeder zwei einander nächſtfolgenden Logarithmen, oder jeden $L(n+1) - Ln$, ſetze dann $u = 0{,}1;\ 0{,}2;\ 0{,}3;\ 0{,}4;\ 0{,}5;\ 0{,}6$ ꝛc. und multiplicirt nun jeden $L(n+1) - Ln$ nach dem Geſetze ſolchen u's, und ſchreibt hierauf dieſes u, ſammt denen dazu gehörigen $u(L[n+1] - L)$, neben einander *). Setzt man aber $u = 0{,}01;\ 0{,}02;\ 0{,}03$ u. ſ. w., ſo fallen die Werthe nun für $u(L[n+1) Ln$ 10mal kleiner aus, als ſie es nach $u = 0{,}1$ ꝛc. waren, und ſetzt man $u = 0{,}001$, ſo ſind ſie wieder

---

*) Angenommen $L(n+1) - Ln$ ſei $= 0{,}0000165$, ſo iſt

wenn u =	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$u(L[n+1] - Ln)$ =	16,3	32,6	48,9	65,2	81,5	97,8	114,1	130,4	146,7

wobei jedoch zu bemerken, daß die in den Werthen für $u(L[n+1] - Ln)$ nach dem jedesmaligen Komma aufgeführten Ziffern nicht beibehalten werden können, weil ſie Hundertmillionentheilchen bedeuten, jene Logarithmen aber, für welche ſie gelten, nur bis auf Zehnmillionentheilchen berechnet ſind. Nachſtehende Zahlenfigur (in der ſich ſtatt 81 die Zahl 82 und ſtatt 146 die Zahl 147 findet: weil die bei ihnen geſtrichene Ziffer über 4, nämlich bei erſterer 5 und bei letzterer 7 beträgt; da dann die geringſte Ziffer der Zahl, die eingetragen worden, um 1 vermehrt wird) weiſet die Stellung nach, die u, $u(L[n+1] - Ln)$ und $L(n+1) - Ln$ in den Tafeln erhalten:

	165
1	16
2	33
3	49
4	65
5	82
6	98
7	114
8	130
9	147

10mal kleiner, als die nach u = 0,01 gefundenen, und ſo fort; vgl. oben S. 660 Anm. Sind daher die Werthe von u (L [n + 1] — L n) für u = 0,1; 0,2 ꝛc. bekannt, ſo ſind damit auch die für 10mal, 100mal u. ſ. w. kleinere u gefunden. Aus dieſem Grunde findet man auch in den Tafeln nur für u = 0,1; 0,2; 0,3 ꝛc. die Werthe von u (L [n + 1] — L n aufgeführt, und da bei den Logarithen von großen Zahlen, bis auf 7 und mehreren Decimalſtellen, Verſchiedenheit des n für L (n + 1) — L n *keine* merkliche Verſchiedenheit des Werthes zur Folge hat, ſo iſt auch die Berechnung einer ſehr großen Zahl u (L [n + 1] — L n) nicht von Nöthen, ſondern es ſtimmen vielmehr die logarithmiſchen Differenzen vieler der einander folgenden Logarithmen überein, und beſchränken darum die Anzahl der u (L [n + 1] — L u) um ſo beträchtlicher, je größer n war. Der Gebrauch der berechneten Proportionaltheile zeigen folgende Beiſpiele:

Zu ſuchen ſei L 356748327; er findet ſich = 8,5523620; denn in den Tafeln iſt L 35674 = 4,5523518; es iſt aber der

Proportionaltheil für 0,8	=	98
" " " 0,03	=	3,7
" " " 0,002	=	0,24
" " " 0,0007	=	0,085 mithin
L 35674,8327	=	4,5523620,025.

Ferner: Welche Zahl kommt dem Logarithmus 8,3669097 zu? Antwort: L 232760700; denn unter den Logarithmen mit der Kennziffer 4 befindet ſich, als nächſtkleinere Mantiſſe, 3669083; es iſt daher 4,3669097 = 4,3669083 + 0,0000014. Es ſind aber die hierher gehörigen Proportionaltheile größer als 14, man ſetzt daher 4,3669097 = 4,3669083 + 0,00000140. Da nun zu dem L 4,366983 die Zahl 23276 zugehört, und dem 0,0000140 der Proportionaltheil 0,7 nahe entſpricht und folglich mit 0,00000140 die Zahl 0,07 correſpondirt, ſo iſt 4,3669097 = L 23276 + 0,07 = L 23276,07 und daher 8,3669097 = L 232760700. Man hätte für dieſe Zahl noch mehrere Ziffern finden können, aber ohne alle Sicherheit; denn dieſe tritt bei Tafeln, welche die Logarithmen der Zahlen von 1 bis 100000 bis zu ſieben Decimalſtellen enthalten, wegen fortdauernder Minderung der logarithmiſchen Differenzen, auch nur bis hierher einigermaßen befriedigend ein. Bei 10000000 beträgt dieſe Differenz keine ganze Einheit, und während der Logarithmus von 10000000 = 7,0000000 iſt, beträgt er ebenſoviel auch bei 1,00000001; man vermag daher nicht mit Sicherheit zu beſtimmen, ob dem gegebenen Logarithmus 7,0000000 die Zahl 10000000 oder die 10000001 zukommt.

δδ) Sollen mehrere Logarithmen von der Summe mehrerer anderer in Abzug gebracht werden, ſo können decadiſche Ergänzungen, das ſind Zahlen, welche um eine Zahl kleiner als 10, ſehr nützlich werden. Es werden für dieſen Fall die zu einander zu addirenden Logarithmen und die decadiſchen Ergänzungen der davon zu ſubtrahirenden, untereinander geſchrieben, dann alle dieſe übereinanderſtehenden Zahlen addirt und nun wird von der Summe der Kennziffer ſo oft 10 abgezogen, als decadiſche Ergänzungen vorliegen. Das Ergebniß dieſes Verfahrens iſt die geſuchte Differenz. Der Grund deſſelben leuchtet aus Folgendem ein: Es ſeien die zu einander zu addirenden Logarithmen M, N und O, und die von der Summe abzuziehenden P, Q, R und S, ſo ſind der letztern decadiſche Ergänzungen $= 10 - P$, $10 - Q$, $10 - R$ und $10 - S$. Addirt man nun dieſe zu $M + N + O$, ſo erhält man

$$M + N + O + 10 - P + 10 - Q + 10 - R + 10 - S =$$
$$M + N + O - P - Q - R - S + 10 + 10 + 10 + 10,$$ und

wird daher von dieſer Summe ſo oft 10 abgezogen, als decadiſche Ergänzungen vorhanden ſind, ſo erhält man

$$M + N + O - P - Q - R - S$$

und damit die verlangte Differenz *).

εε) Wie man verfahren muß, um mittelſt der Tafeln, die einem negativen Logarithmus zuſtändige Zahl aufzuſuchen, mögen folgende Beiſpiele darthun: Es ſind hier zweierlei Fälle möglich, entweder iſt die zu ſuchende Zahl ein gemeiner Bruch, oder ſie iſt ein Decimalbruch. Im erſteren Falle hat man zu dem Logarithmus jene Zahl aufzuſuchen, welche ihm zukommt, wenn er als „poſitiv“ gegeben gedacht würde; iſt dieſe Zahl gefunden, ſo macht man ſie zum Nenner einer gebrochenen Zahl, deren Zähler gleich 1 iſt, und hat dann mit dieſer alſo gebrochenen Zahl die

*) Man ſoll z. B. ſuchen, den Werth von L 91512 + L 0,00347 + L 7649 — L 6950 — L 9156 ſo hat man

	L 91512	=	4,9614780
	L 0,00347	=	0,5403295 — 3
	L 7,649	=	3,8836047
Decad. Ergänz.	L 6950	=	6,1580152
Decad. Ergänz.	L 9156	=	6,0382942
	Summe	=	21,5817216 — 3

Davon abgezogen 2 . 10 = 20, gibt den Werth der geſuchten Differenz
= 1,5817216 — 3
= 0,5817216 — 2.

geſuchte. Es ſei der gegebene Logarithmus — 3,1401937, ſo hat man 3,1401937 = L 1381 mithin — 3,1401937 = L $\frac{1}{1381}$. Im letzteren Falle addirt man zu dem gegebenen Log. eine ganze, ihn an Größe übertreffende poſitive Zahl, ſucht zu der Summe, ſie als einen Logarithmus betrachtend, deſſen zuſtändige Zahl, und ſchneidet in derſelben, mittelſt eines Komma, von der Rechten zur Linken ſo viele Decimalſtellen ab, als die zuaddirte Zahl Einheiten darbot. Der gegebene Log. ſei gleich — 3,1370375; wird ihm 4 zugefügt, ſo hebt er einen ſich gleichen Theil von 4 auf und gibt nun (4,0000000 — 3,1370375 =) 0,8629625, dieſe Summe iſt aber = L 7,2939, mithin alſo auch — 3,1370375 = L 0,00072939. Zahlreiche Formeln und Beiſpiele dieſer Art, ſo wie überhaupt zur Lehre von den Logarithmen bietet dar, von S. 72—80 Meier Hirſchs Sammlung von Beiſpielen, Formeln und Aufgaben aus der Buchſtabenrechnung und Algebra. Berlin. 1811. 3. *).

g) Zum Schluſſe der oben S. 600 unter Bemerkung 8 verſprochenen Geſammterläuterungen iſt nur noch erforderlich, ſoll die Erläuterung zu einem Ganzen ſich runden, eine gedrängte Betrachtung des Inhalts der Lehre von den Verbindungen oder der Combination, d. i. von dem, was bei zu ſchließenden Verbindungen und Veränderungen gegebener Anzahlen von Dingen hinſichtlich des hiebei möglichen Wievielmal geſetzlich iſt; ferner die des (in

*) S. 78—80 daſelbſt bietet dar; a) Vierzehn Beſtimmungen (mittelſt der Proportionaltheile) der Logarithmen ſolcher Zahlen, welche die Grenzen der gewöhnlichen Tafeln überſchreiten, b) zehn Beſtimmungen jener Zahlen, welche zu ſolchen Logarithmen gehören, die ſich nicht genau in den Tafeln finden, und c) neunundzwanzig Ergebniſſe wirklicher Berechnungen einiger Zahlenausdrücke, gewonnen mit Hülfe der Logarithmen, von denen hier nachſtehende als Beiſpiele Raum gewinnen mögen:

1) $\sqrt[7]{8} = 1,345900 \ldots$

2) $\sqrt[4]{35246} = 13,70179 \ldots$

3) $\sqrt[5]{13/16} = 0,959322 \ldots$

4) $\sqrt[9]{1350\,7/8} = 2,227645 \ldots$

5) $(9/8)^{21} = 11,86322$

6) $(2\,5/6)^{9} = 11767,35 \ldots$

7) $\sqrt[5]{(0,26 \cdot \sqrt{2/3})} = 0,596544 \ldots$

$$\sqrt[4]{\frac{132 \times (7,356)^{9}}{\sqrt{(3,25)^{5}}}} = 144,5972.$$

mehreren einzelnen Fällen ſchon im Vorhergehenden zum Oefteren verwendeten) Geſetzlichen der Gleichungen, und endlich die Erläuterungen einiger, im Vorhergehenden noch nicht berührter, arithmetiſcher Begriffe, Benennungen und Bezeichnungen.

A) Aendert man in einer gewiſſen Anzahl Dinge, unter Belaſſung dieſer Anzahl, die Ordnung und Lage der Dinge, ſo nennt man dieſes in der Mathematik eine Verſetzung oder Permutation (zu finden wie viel dergleichen Verſetzungen bei gegebener Anzahl der Dinge möglich ſind, zeigte zuerſt ausführlich Jac. Bernoulli in ſeiner Ars conjectandi P. II cap. 1, und v. Wolf in ſeiner Analys. finit. §. 129); rechnet man dagegen: wie vielmal eine gewiſſe (bleibende) Anzahl von Größen, hinſichtlich ihrer gegenſeitigen Bewerthung vermag verändert zu werden, ſo heißt dieſes die Größenveränderung oder die Variation (oder das Variiren) der Größen, und beſtimmt man in wie vielerlei Art und Weiſe die Einzelnen einer gegebenen Anzahl von Dingen können zuſammengeſetzt werden, ſo gewährt dieſes die Verbindungs-Aenderung oder Combination ſolcher Dinge; daß in der Variation gewiſſermaßen die Permutation und Combination zuſammengefaßt zur Betrachtung und Berechnung gelangen, ſuchte ſchon v. Wolf a. a. Orten §. 222 darzuthun, wie er denn auch (im 220. §.) zeigte, daß man die Zahl aller möglichen Zuſammenſetzungen finden könne, wenn man 2 zu einer Dignität (oben S. 620) erhöbe, deren Exponent die Anzahl der einzelnen zu verſetzenden Dinge iſt, und hievon dieſe Zahl, um 1 vermehret, abziehe *). Während a und b als Bezeichnungen : beliebig für Zahlen, Namen, Sachen, Perſonen, Worte ꝛc. ſich nur zweimal verſetzen laſſen (entweder = b a oder = a b) und, wählen wir dafür die Zahlen 1 und 2, ſich zugleich ergibt, daß die Multiplication beide herausbringt (1 . 2 = 2 ; 2 . 1 = 2), ſo erhalten wir ſchon dreimal mehr Verſetzungen oder Veränderungen, wenn wir noch c hinzufügen; zugleich ergibt ſich aber auch, daß man erfährt, wie oft dergleichen Abänderungen möglich ſind, lediglich dadurch, daß man multiplicirend ſetzt 1. 2. 3 = 6mal (was aber auch addirend ſich nachweiſet, denn 1 + 2 + 3 = 6), und fährt man fort hinzuzuſetzen, d, e, f ꝛc. oder 4, 5, 6 ꝛc., ſo ergibt ſich weiter, daß wenn man die nacheinander folgenden Zahlenzeichen, von 1 an, fortwährend multiplicirt, man durch die Multiplication des vorletzten Products mit der letzten Zahl

*) Es ſeien 5 Einzelne gegeben; 2 zur 5ten Potenz erhoben iſt = 2^5 = 32 — 6 = 26; 26 Zuſammenſetzungen ſind möglich, wenn man anfänglich 2, dann 3, hierauf 4 und endlich alle 5 Einzelne zuſammenſetzt. In Beziehung auf Permutation gibt von W. unter Andern folgendes Beiſpiel zum Beſten: wenn 10 Perſonen ſind, ſo können ſie ſich 9942 Jahre lang alle Tage einmal in anderer Ordnung zu Tiſche ſetzen. — Multipliciren wir 1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6 . 7 . 8 . 9 . 10, ſo erhalten wir 3628800 mal, was, die Schalttage mitgerechnet, nahe 9942 Jahre gibt.

erfährt: wie viel Verſetzungen für die Einzeldinge der gegebenen Anzahl von Dingen möglich ſind, und nennen wir die letzte Zahl n, ſo zeigt die Formel $n \,.\, n-1 \,.\, n-2 \,.\, n-3 \,.\, n-4 \,.\, n-5$ ꝛc. die hier waltende Regel; denn iſt n eine wirkliche Zahl, ſo muß das letzte Glied $= 1$ werden. Kommt a, oder überhaupt ein und daſſelbe Ding, in der Anzahl zweimal vor, ſo ſind nur halb ſo viel Verbindungen möglich, ſoſern man dabei deſſen Vorder- oder Hinterſtellung unbeachtet läßt; denn berückſichtigt man dieſe, ſo hat a den Werth zweier Dinge, und es ſind dann nicht halb-, ſondern ganz ſo viel Verbindungen möglich, als die Multiplicationsregel beſagt. Für jene Fälle aber erhält dieſe Regel die Abänderung: daß man das letzte Product dividiren muß, falls eines oder mehrere Dinge gegeben, zweimal, dreimal ꝛc., mit der Zahl dieſer Vorkommen-Vervielfältigungen, um mit dem Quotienten die geſuchte Zahl zu erhalten; daher, kommt z. B. a in der Anzahl zweimal vor, ſo haben wir

$$\frac{n \,.\, n-1 \,.\, n-2 \,.\, n-3 \,.\, n-4}{1 \,.\, 2} \text{ ꝛc. *)},$$ und falls zwei a jedes zweimal vorkommen, würden wir in derſelben Formel als Diviſor unten zu ſetzen haben $1 \,.\, 2 \,.\, 1 \,.\, 2$, und wäre a dreimal zugegen, ſo wäre der Diviſor $= 1 \,.\, 2 \,.\, 3$; bei viermal $1 \,.\, 2 \,.\, 3 \,.\, 4$ ꝛc. Es kürzet ſich aber die Formel, wenn im Diviſor und Dividend gleiche Größen zugegen, und, weil ſie dieſes ſind, ſich aufheben; z. B. wie vielmal laſſen ſich a a a b b c, zuſammen alſo 6 Einzelne verſetzen? Wir haben urſprünglich als Dividend $1 \,.\, 2 \,.\, 3 \,.\, 4 \,.\, 5 \,.\, 6$, und als Diviſor, weil a dreimal und b zweimal zugegen ſind, $1 \,.\, 2 \,.\, 3 \,.\, 1 \,.\, 2$, dieſes gibt, aus jenem Grunde die, im Dividend wie im Deviſor um die erſten drei Zahlen verkürzte Formel: $\frac{4 \,.\, 5 \,.\, 6}{1 \,.\, 2} = \frac{120}{2} = 60$. Es ſollen 5 Paare ſo verſetzt werden, daß keines der Paare dabei getrennt wird; z. B. a b c d e f g h i k, wie viel Verſetzungen ſind für ſie möglich? Antwort: $1 \,.\, 2 \,.\, 3 \,.\, 4 \,.\, 5 = 120$. Iſt eine Anzahl von Einzelnen gegeben, von denen man wiſſen will, wie viel verſchiedene Paare oder Gezweitverbindungen, wie viel Gedritt-, Geviert- ꝛc. Verbindungen in ihr möglicherweiſe vorliegen? Z. B. wie viel Amben in 5 Zahlen der gewöhnlichen (höchſt verderblichen) Zahlenlotterie, und wie viel in allen 90 Zahlen derſelben? In Beziehung auf die Anzahl der Paare fällt die Antwort: alle Paare ſind die Summe der Glieder einer arithmetiſchen Reihe, die mit eins weniger als die Anzahl der Einzelnen beträgt, beginnt, immer um eins fällt (oder deren Differenz eins iſt) und mit 1

*) $= 800 + 700 + 600 + 500 + 400 + 300 + 200 + 100 = 3600 + 405 = 4005$; oder kürzer: $\frac{90 \,.\, 89}{2} = 4005$.

aufhört; bei jenen 5 Zahlen alſo die Anzahl der Amben (Gezweitzahlen) $= 4 + 3 + 2 + 1 = 10$; bei $90 = 89 + 88 + 87$ ꝛc. . . . . + 1 *) = 4005 *). Die allgemeine Formel für die Anzahl der Gezweitverbindungen iſt, dem Vorhergehenden gemäß, alſo: $\frac{n \cdot (n-1)}{2}$; da dann n im erſten Beiſpiele durch 5, im anderen durch 90 bewerthet hervortritt. Und ebenſo iſt für die Gedrittverbindungen (z. B. Ternen im Zahlenlotto) $\frac{n \cdot n-1 \cdot n-2}{1 \cdot 2 \cdot 3}$ u. für die Geviertverbindungen (z. B. Quarternen) $\frac{n \cdot n-1 \cdot n-2 \cdot n-3}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}$; weitere Formeln für Gefünft-, Geſechst- ꝛc. Verbindungen laſſen ſich hienach leicht finden und entwerfen. Iſt n die Anzahl der Einzelnen und p die der Verbindungen, ſo iſt die allgemeinſte Formel

$$\frac{n \cdot n-1 \cdot n-2 \cdot \ldots (n-p+1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \ldots \ldots p}$$

da dann oben im Zähler oder Dividend ſo viel Faktoren als Verbindungen, und im Nenner oder Diviſor, von eins an, ebenfalls ſo viel Faktoren als Verbindungen möglich ſind. Wollte man nun z. B. hienach die Anzahl der Ternen berechnen für 5 oder für 90 Zahlen, ſo würde n durch 5 oder 90 und p durch 3 vertreten werden, und bei den Quaternen letzteres durch 4, bei Gefünften durch 5 ꝛc. Jener Theil der Verbindungsrechnung, welcher das Auffinden der Gezweitverbindungen zur Aufgabe hat, umfaßt die eigentlichen Combinationen, während die Gedrittverbindungen durch die Ausdrücke Conternationen, die Geviertverbindungen durch Conquaternationen u. ſ. f. bezeichnet werden. — — In der Chemie drängen ſich hieher, und vorzüglich auch zur Verſetzungs- und Veränderungsberechnung gehörige Fragen nicht ſelten auf; zumal bei jenen Verbindungen der einzelnen Grundſtoffe oder Elemente, in welchen dieſe von derſelben Art und in derſelben Anzahl vgl. oben 87, 319—322 (Atomenzahl) und Menge (Gewichtsgrößen oder, im gaſigen Zuſtande: Maaß- oder Volumgrößen; oben S. 304 ff.) gegeben ſind, und dennoch, dem phyſiſchen wie dem chemiſchen Verhalten nach: verſchiedene Gezweit-, Gedritt-, Geviert- (binäre, ternäre, quaternäre etc.) Verbindungen darſtellen; Zuſammenſetzungen, welche die Chemiker, dem Vorſchlage von Berzelius entſprechend, durch das Beiwort iſomeriſch

*) Es ſind alſo auch dieſe Paarzahlſummen die Summen arithmetiſcher Reihen, deren erſtes Glied = 1 und deren Differenz = 1 iſt, während das letzte Glied um 1 weniger iſt, als die Geſammtzahl der Einzelnen; alſo für obige Beiſpiele: als 5 und als 90.

oder kürzer: isomēr, kenntlich machen; ſ. oben S. 642 ff., 657 und weiter unten.

Jene das Lotto betreffende Beiſpiele veranlaſſen die Frage nach der Gröſse der Wahrſcheinlichkeit des Gewinnes, bei bekannter Anzahl der beſetzten Einzelzahlen, und damit zugleich jene wichtigere, nach dem Weſen, der Anwendbarkeit und dem Nutzen der Wahrſcheinlichkeitsrechnung, die, nachdem ſich Nicolaus Bernoully (geb. 1683 geſt. 1759) darin groſsen Ruhm erworben, längere Zeit hindurch wenig beachtet wurde, in unſeren Zeiten jedoch eben ſo mannigfache als erſprieſsliche Berückſichtigung erfuhr; z. B. bei allen Lebens-, Fracht-, Brand-, Hagel- ꝛc. ꝛc. Verſicherungsanſtalten (oder Aſſecuranzen), bei Penſionscaſſen (z. B. Wittwencaſſen) Gründungen und mehr dergleichen, denen vielfache und vielmalige Erfahrungen zum Grunde liegen, aus denen man den Eintritt gewiſſer Ereigniſſe als das berechnungsfähige Mittel von, jenen Vielfachen und Vielmaligen entſprechenden, zahlreichen Beobachtungen ableitet. Die bei dergleichen Verſicherungsanſtalten Betheiligten und ebenſo auch, und mehr noch: deren Begründer, haben daher volle Urſache, ſich genüzend bekannt zu machen mit dem, was in Beziehung auf Anwendung des Geſetzlichen der Wahrſcheinlichkeitsrechnung, auf jene mittleren Werthe der Beobachtungen irgend zuläſſig und erſprieſslich iſt. Die Wahrſcheinlichkeit aber, daſs von allen möglichen Ereigniſſen eines oder einige erfolgen werden, läſst ſich durch einen Bruch, in welchem der Zähler die Zahl der einzelnen gehofften oder befürchteten, der Nenner hingegen die aller möglichen hieher gehörigen Fälle ausdrückt, wie ſoches das bereits oben vorgekommene Beiſpiel fordert, ſofern das Wieoft? des günſtigen Falles beantwortet werden ſoll. Beſitzt man nämlich eine Ambe, ſo hat man, wenn von 90 Nummern 5 gezogen werden, in dieſen 5 Nummern 10 mögliche Amben $\left(\frac{4\,.\,5}{2} = 10\right)$; die Zahl aller möglichen Amben iſt, in 90 Nummern, wie oben nachgewieſen wurde 4005; dieſe um jene 10 vermindert, hinterläſst 3995. Das Verhältniſs der Wahrſcheinlichkeiten zu den Unwahrſcheinlichkeiten iſt alſo $= 10 : 3995$ oder $= \frac{1}{399{,}5}$, oder 399½ Unwahrſcheinlichkeiten gegen eine Wahrſcheinlichkeit *).

*) Hatte Jemand 12 Nummern beſetzt, ſo hatte er für die Ambe die Wahrſcheinlichkeit $= \frac{44}{267}$; für die Terne $= \frac{5}{267}$; für Quaterne $= \frac{5}{5162}$ und für die Quinte $= \frac{2}{110985}$.
Wie vielmal kommt unter den 1296 mit 4 Würfeln möglichen verſchiedenen Würfen der Wurf von 20 Augen vor? Antwort: 35 mal. Wie viel verſchiedene Würfe ſind mit 2 Würfeln möglich? 36; mit 3 Würfeln 216, und überhaupt mit n Würfeln 6^n.

Bezeichnet man den die *Wahrſcheinlichkeit* eines Ereigniſſes beſtimmenden Bruch mit $\frac{A}{Am}$, wo A die Zahl aller günſtigen, Am die aller möglichen Fälle vertritt, ſo kann man nach Anleitung dieſer einfachen Formel, alle hieher gehörigen Aufgaben löſen, wie folgende Bemerkungen und Beiſpiele andeuten mögen: α) Die *Sterblichkeitstabellen*, wie ſie J. P. *Süßmilch* (in ſeinem 1774 zu Berlin in 8. erſchienenen Werke: „Die göttliche Ordnung in den Veränderungen des menſchlichen Geſchlechts") zuſammenſtellte und ihren Ergebniſſen nach verglich, und wie ſie nach ihm von *Baumann* vervollſtändigt, und hinſichtlich ihrer Ergebnißbeſtimmungen mannigfach vervollkommnet wurden *), weiſen unter Anderem nach: daß die *mittlere Lebensdauer* und damit die Dauer einer ſogenannten Generation, vorzüglich ſeit der Einimpfung der Kuhblattern, in allen Ländern, in welchen dieſe geſetzlich eingeführt iſt, an Größe zugenommen hat und zu wachſen fortfährt; ſo daß jetzt nicht alle 33 Jahre ein neues Menſchengeſchlecht jene Länder bewohnt, ſondern mehr denn 34 Jahre zu einem Wechſel der Art erfordert wer-

---

Fragt man: wie oft der Fall vorkommen kann, daß auf 2 Würfel gleiche Augen fallen, und die Augen des dritten Würfels, zur Augenſumme der beiden erſteren gezählt, 11 oder über 11 gewähren (was man bei einem ſonſt üblichen Würfelſpiel, genannt *Paſchen*, einen Paſch nannte, und zwar einen *guten*, wenn die Summe 11 oder mehr denn 11 betrug, einen *ſchlechten*, wenn ſie unter 11 blieb), ſo ſind in jenen 56 Würfen 36 Paſche möglich (nämlich 6 wenn alle 3 Würfel gleiche Augen haben; 5 in denen nur 2 Würfel gleiche Augen darbieten; da aber außer den völlig gleichen Augen aller 3 Würfel noch 5 Verbindungen aller andern Augen für jeden Paſch möglich ſind und ſechserlei Paſche eintreten können, ſo gibt dieſes noch 5 . 6 = 30, zuſammen alſo 36 Paſche). Vergleicht man dieſe 36 Paſche unter ſich, ſo findet man daß auf 18 gute 18 ſchlechte kommen. Es iſt daher die Wahrſcheinlichkeit überhaupt einen Paſch zu werfen, ſey er gut oder ſchlecht, da 56 Würfe = 36 Paſche + 20 Nichtpaſche ſind, wie 36 : 20 = 9 : 5, und gibt es nur vorauszuſetzen, daß überhaupt ein Paſch fällt, ſo iſt die Wahrſcheinlichkeit für dieſe Vorausſetzung = 9, während die Unwahrſcheinlichkeit = 5, und unter jenen 9 iſt die für den Wurf guter und ſchlechter Paſche völlig gleich. Kennt man die Geſetze und ſonſtigen Bedingungen der *Wagſpiele* oder ſogenannten „Haſardſpiele," ſo laſſen ſich dieſe, hinſichtlich der möglichen Erfolge, in ähnlicher Weiſe berechnen.

*) Zumal von W. *Benecke* (Syſt. der Aſſecuranz ꝛc. I—V. Hamburg 1807—21 gr. 8.) und *Moſer* (die Geſetze der Lebensdauer ꝛc. Berlin 1839 gr. 8.) von denen Letzterer durch die neue Weiſe dergleichen Tabellen zu entwerfen, mehrere Fehler der früheren tilgte, und ſich über alle hieher gehörigen Verhältniſſe mit Scharfſinn verbreitete. *Baumanns* Tabellen beziehen ſich auf die Kurmark Brandenburg, *Ritters* auf Norddeutſchland, *Gebhards* auf Bayern (ſowohl im Allgemeinen als auf die größeren Städte und für die übrigen bebauten und bewohnten Landestheile), *Kerſeboom* auf Holland, *Duvillard* auf Frankreich, *Simpſon* auf London, *Wargentin* auf Schweden ꝛc. *Deparcieux* entwarf dergleichen für Einkünftlebner (ſog. Rentenirer oder Renteniers) und *Zahlkämmerer* (Renten-Beamte, Rentmeiſter), *Gebhard* für bayriſche Staatsbeamte überhaupt.

den. Man gewinnt nämlich die Größe der mittleren Lebensdauer, indem man die Alter aller in einer möglichſt langen Reihe von Jahren Verſtorbenen addirt, und die Summe durch der Letzteren Anzahl dividirt; nun ſterben aber ſeit Einimpfung der Kuhblattern (und deren Wiederholung) nicht nur weit weniger Menſchen im Kindesalter, wie ehemals, ſondern die veränderte Lebens- und Bekleidungsweiſe, und nun für Deutſchland auch, ſeit 27 bis 28 Jahren, die Zeit des Friedens, tragen weſentlich dazu bei, daß die Menſchen, insbeſondere die der bezeichneten Länder, zumal Deutſchlands, jetzt merklich älter werden, wie ſonſt; ein Verhältniß, was noch günſtiger ſich geſtalten muß, wenn, was die Mäßigkeitsvereine bezwecken, allgemein geſucht wird, und wenn, wofür freilich nichts weniger als günſtige Anzeigen vorliegen, die Selbſtſucht der chriſtlichen Liebe weicht, und dieſe, was jetzt vereinzelt, die Bewohner ganzer Länder zu arbeitsfrohen Familien ſchaart! β) Den Sterblichkeitstabellen zufolge ſterben jetzt, auf dem europäiſchen Feſtlande, von 1000 gleichzeitig geborenen Männern: innerhalb der erſten 30 Jahre 560 (das dreißigſte Jahr erreichen alſo noch 440), in 50 Jahren 695, das fünfzigſte Jahr wird alſo noch von 305 durchlebt; die Hoffnung, 50 Jahre alt zu werden, verhält ſich alſo für einen dreißigjährigen Mann wie $305 : 440 = \frac{305}{440}$ $= 0{,}6931 \ldots$ Es iſt alſo wahrſcheinlich, daß von 10000 dreißigjährigen Männern 6931 fünfzig Jahre alt werden, 3069 aber ſterben, bevor das fünfzigſte Jahr abgelaufen. Wie ſich übrigens hier 0,6931 durch + 0,3069 zu 1 ergänzen, ſo muß ſich auch Wahrſcheinlichkeit und Unwahrſcheinlichkeit durchweg zu 1 ausgleichen, und iſt jene daher $= \frac{A}{A\,m}$, ſo iſt dieſe $= 1 - \frac{A}{A\,m}$. Um bei zu errichtenden Wittwenkaſſen die Wahrſcheinlichkeit des Zuſammentreffens gegenſeitiger Ereigniſſe zu ermitteln, hat man zunächſt die Wahrſcheinlichkeitsgrößen der hieher gehörigen Einzelereigniſſe zu berechnen, dann aber die alſo gefundenen Werthe mit einander zu multipliciren. Hat man alſo die wahrſcheinliche Lebensdauer der ihrem Alter nach bekannten Ehemänner, ſo wie jene der Frauen, jede in Beziehung auf eine gewiſſe Zahl von Jahren berechnet, ſo multiplicirt man die erſtere gefundene Wahrſcheinlichkeitsgröße mit der letztern. In dieſer Weiſe laſſen ſich dann die bei Gründung von dergleichen Kaſſen nöthigen Vorfragen: wie viel beſtehende und wie viel ausgeſtorbene Ehen, wie viele Wittwer und Wittwen ſind gegeben von 1000 (oder überhaupt von einer beliebigen Anzahl) gleichzeitig geſchloſſener Ehen? Bezeichnet man nun hiebei das Verheirathungsalter des Mannes mit m, das der Frau mit n und

die Jahre mit x, während man die im mten Jahre noch lebenden Männer durch A m, ſo wie die im m + xten Jahre annoch lebenden durch A m + x. die im nten Jahre annoch lebenden Frauen durch B n und die im n + xten Jahre annoch athmenden durch B n + x in Rechnung nimmt, ſo iſt 1) für das Leben der Männer die Wahrſcheinlichkeit nach x Jahren $= \frac{Am + x}{Am}$; 2) für den Tod der Männer nach x Jahren $= 1 - \frac{Am + x}{Am}$, und 3) jene für das Leben der Frauen nach x Jahren $= \frac{Bn + x}{Bn}$, ſo wie 4) die für den Tod der Frauen nach x Jahren $= 1 \frac{Bn + x}{Bn}$ und aus dieſen vier Wahrſcheinlichkeiten ergeben ſich nun folgende weitere vier für das Zuſammentreffen der gegenſeitigen Ereigniſſe, wie folgt: 5) 1 mit 3 multiplicirt gewährt die Wahrſcheinlichkeit für das Beſtehen der Ehen nach x Jahren $= \frac{Am + x}{Am} . \frac{Bn + x}{Bn}$; 6) 1 mit 4 multiplicirt $= \frac{Am + x}{Am} . \left(1 - \frac{Bn + x}{Bn}\right)$ gibt hiemit die Größe der Wahrſcheinlichkeit für die nach x Jahren vorhandenen Wittwer; 7) 2 multiplicirt mit 3 $= \left(1 - \frac{Am + x}{Am}\right) . \frac{Bn + x}{Bn}$ die für die Anzahl der nach x Jahren lebenden Wittwen, und 8) 2 multiplicirt mit 4 jene für die Anzahl der nach x Jahren ausgeſtorbenen Ehen. Multiplicirt man nun jedes dieſer Brüche darſtellenden Produkte mit einer beliebigen Zahl, z. B. mit 1000, ſo ſagen die hiedurch gewonnenen Produkte aus: wie viel von eben ſo viel, alſo z. B. von 1000 gegebenen Ehen, auf jeden dieſer einzelnen Fälle kommen oder jedem der viere angehören?

γ) An die Beſtimmung dieſer Vorfragen knüpfen ſich nun alle weiteren, bei Gründung von Wittwenkaſſen zu berückſichtigenden Fragen, wie man es bei Gebhard (über Wittwen- und Waiſenpenſions-Anſtalten, München 1832) mit genügender Ausführlichkeit beachtet und entwickelt vorfindet. Jede wiſſenſchaftlich geordnete und rechtlich geſicherte Wittwenkaſſe, Lebensverſicherungsanſtalt ꝛc. iſt eine Sparkaſſe, die, wie jede andere Sparkaſſe, nur inſofern wohlthätig wirkt, weil ſie das volkliche Familienleben regeln und dadurch verbeſſern hilft, im Uebrigen aber den Theilhabern nicht Gnadenwalte, ſondern rechtliche Anſprüche

im Verhältniß ihrer Einlagen ſichert und dieſelben befriedigt. Vergl. auch Hermanns Bemerkungen in den Münchener Gelehrtenanzeigen 1837. Nro. 54. Ueber Lebensverſicherungs-Anſtalten ſiehe W. Benecke.

B) In der Größenlehre löst man Aufgaben. oder beweiſet man Erſchloſſenes entweder ſynthetiſch, d. i. verbindend und fortführend, oder analytiſch, d. h. zerlegend und rückführend; den erſteren dieſer Wege bezeichnet das Wort Syntheſe (Synthĕsis, Zuſammenſetzung, daher auch Begriffe-Verbindung, oder Vereinigung der Einzelbegriffe zu einem Geſammtbegriff), den letzteren Analyſe (Analysis; Zerlegung, und darum auch Begriffszerfällung, Auflöſung eines Geſammtbegriffs in Einzelbegriffe). Zur Durchführung der Syntheſe geht man von ſchon erwieſenen Sätzen, oder von ſchon gegebenen Aufgabe-Löſungen aus, um, mitteiſt gehöriger Verbindung ſolcher Sätze, ſtufenweiſe von dem Gegebenen zu dem Geſuchten fortſchreitend, endlich bei dem geſuchten Beweiſe oder der geſuchten Auflöſung anzugelangen, und dieſelbe in der genügendſten Form darzulegen. Analytiſch hingegen verfährt man umgekehrt; man faßt nämlich den zu erweiſenden Satz als ſchon erwieſen, die zu löſende Aufgabe als ſchon gelöst auf, und ſtrebt, das zum Beweiſe oder zur Löſung Erforderliche auf die Erforderniſſe einfacherer Sätze und Aufgaben zurückzuführen, damit, wenn dieſe gefunden worden, auch jenen genügt zu werden vermag. Von ſelber folgt, daß, falls das letztere Verfahren vollſtändig befolgt worden, damit auch die Syntheſis der Aufgabe genügend kenntlich erſcheint; weil man nun nur von den analythiſch gefundenen Sätzen und Löſungen auszugehen und die ſie bedingenden Schlüſſe rückwärts zu verfolgen nöthig hat. Von den Alten wurden beide Wege erfolgreich betreten, jedoch zogen ſie es vor, bei einfacheren Sätzen die Syntheſis, bei verwickelteren die Analyſis in Anwendung zu bringen. Aber ſie wußten ihre Gedanken nur durch Worte auszudrücken, und die Verbindung der Zeichenſprache mit der Analyſis war ihnen fremd; aus dieſer Verbindung ging aber hervor die Algebra; vgl. oben S. 621 und 626. Um, analytiſchen Weges, das als bekannt Betrachtete, im Laufe der Rechnung von dem Wirklich-Bekannten oder Gegebenen zu unterſcheiden, bezeichnete man erſteres mit den letzten Buchſtaben des Alphabets (oben S. 605). Sucht man nun für irgend eine, in der Aufgabe vorkommende Größe, ohne dabei weder auf Bekanntes noch auf Unbekanntes beſondere Rückſicht zu nehmen, zwei Ausdrücke und ſetzt dann dieſelben einander gleich, ſo gibt dieſes eine Gleichung. Solche auflöſen will mithin ſagen: ſie nach und nach, in Folge beſtimmter, aus allgemeinen Gründen der Mathematik entwickelter Regeln, auf einfachere Gleichungen und dadurch endlich auf eine zurückzuführen, welche in den Stand ſetzt, die geſuchten unbekannten Größen als nun bekannte und ihrem Wirkungsgeſetz nach erkannte nachzuweiſen. Um aber ſolche analytiſche Nachweiſung vollziehen

zu können, muß man ſich mit denen in der Analyſe als Wiſſenſchaft abgehandelten, die Größen und die mit denſelben vorzunehmenden Verrichtungen andeutenden Zeichen (deren jeẓigem Werthe und deren urſprünglichen Bedeutungen nach), ſo wie mit denen ſich daraus ergebenden gegen- und wechſelſeitigen Verhältniſſen genau bekannt gemacht haben *).

Zeigten die arithmetiſchen Grundverrichtungen, wie ſie in der Addition, Subtraction, Multiplication und Diviſion, ganzer wie gebrochener Zahlen und nicht widerſtreitender wie entgegengeſeẓter Größen, ſowie in dem Erheben zu Potenzen, dem Wurzelausziehen, der Bildung und Verwendung der Logarithmen ꝛc. vorliegen, hauptſächlich die verſchiedenen Weiſen und Arten, wie Zahlen miteinander verbunden werden können, ſo gewährt dagegen die Lehre von den Gleichungen die Anleitung zur Verwendung der, jenen Verbindungen und Verknüpfungen zum Grunde liegenden Regeln, um aus gegebenen bekannten Zahlen unbekannte zu finden, und wiewohl von mehreren dieſer Regeln (im Vorhergehenden) ſchon verſchiedentlich Gebrauch gemacht worden, und obgleich eigentlich die ganze Arithmetik zur Geſammtaufgabe hat: aus einigen bekannten Größen (durch dieſe: beſtimmbare) „unbekannte" zu finden, und dieſes auch im Allgemeinen von Seiten der Algebra gewährt wird, ſo iſt doch mit dieſem Allem noch nicht dargeboten die, nur dieſem Zwecke angehörige Regelung des Einzelnen, wie ſie die Lehre von den Gleichungen, als dem Allgemeinen untergeordnetes Einzelganze, in ſich faßt. Um daher der erforderlichen Vollſtändigkeit dieſer, oben mit S. 601 begonnenen „Anleitung zum Verſtehen der in der angewandten Naturlehre vorkommenden mathematiſchen Formeln oder Größenfindungs-Regeln" zu genügen, möge hier nun, im gedrängten Auszuge, das Weſentlichſte der Lehre von den Gleichungen folgen. Man verſteht aber in der Größenlehre unter der Benennung Gleichung den gedoppelten Ausdruck von einerlei Größe, getrennt durch Zwiſchenſtellung des Gleichheitszeichens oben S. 608 (des $=$); z. B. iſt 1) $a = b$ und $b = c$, ſo iſt auch $a = c$; oder 2) $(a + b) + c = (a + c) + b = (b + a) + c = (b + c) + a = (c + a) + b = (c + b) + a$; oder 3) $\frac{a}{b} \cdot b = a$: desgleichen 4) $a : (bc) = (a : b) : c$; und 5) $a : \left(\frac{b}{c}\right) = \frac{ac}{b}$; ſowie 6) a —

*) Während die Analyſe zunächſt die Zeichen zum Gegenſtande ihrer Bethätigung nimmt, hat es die Geometrie mit den Größen ſelbſt und deren Veranſchaulichung zu thun, und wie ſich geometriſche Wahrheiten arithmetiſch beſtimmen laſſen, ſo umgekehrt arithmetiſche auch geometriſch, d. i. veranſchaulichend; ſiehe w. u.

$\frac{b}{c} = \frac{ac - b}{c}$, oder 7) $\frac{a}{b} - c = \frac{a - bc}{b}$; oder auch 8) $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$ und 9) $\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{ad}{bc}$. Ferner 10) $\frac{am}{bm} = \frac{a}{b}$; oder 11) $\frac{a : m}{b : m} = \frac{a}{b}$; deßgleichen 12) $\frac{a}{m} + \frac{b}{m} = \frac{a + b}{m}$; oder 13) $\frac{a}{m} - \frac{b}{m} = \frac{a - b}{m}$; oder 14) $\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad + bc}{bd}$; oder endlich 15) $\frac{a}{b} - \frac{c}{d} = \frac{ad - bc}{bd}$ *), und dieſe Beiſpiele ſämmtlich zeigen: daß durch ge-

---

*) Leſen wir dieſe Formeln, ſo lauten ſie, oder vielmehr, ſo ſagen ſie aus wie folgt: was zugleich darthun mag, in wiefern an Raum und Zeit geſpart wird, durch den Gebrauch der Zeichen (ſtatt der Worte, ſiehe oben): Zu 1) zwei Ausdrücke die einem dritten (dem zuvor unbekannten und hiemit gefundenen a = c) gleichen, ſind ſelbſt gleich; 2) alle Summen, welche aus denſelben „Summanden" (iſt a + b die Summe, ſo ſind a und b die Summanden) beſtehen, ſind einander gleich; 3) wird ein Quotient mit ſeinem Diviſor multiplicirt, ſo ergibt ſich ſein Dividend; 4) iſt ein Ausdruck durch ein Produkt zu dividiren, ſo dividirt man ihn durch den einen Faktor, und den hiedurch hervorgegangenen Quotienten durch den andern; 5) iſt der Ausdruck durch einen Quotienten zu dividiren, ſo multiplicirt man ihn mit dem Diviſor und dividirt das dadurch erhaltene Produkt durch den Dividend; 6) man ſubtrahirt einen Quotienten von einem Ausdruck, wenn man dieſen mit dem Diviſor multiplicirt, hierauf von dem Produkte den Dividenden abzieht, und dieſe Differenz durch den Diviſor dividirt (und umgekehrt addirt man einen Quotienten zu einem Ausdrucke, wenn man den Ausdruck mit dem Diviſor multiplicirt, zu dieſem Produkte den Dividenden addirt, und dieſe Summe durch den Diviſor dividirt); 7) man ſubtrahirt einen Ausdruck von einem Quotienten, wenn man den Diviſor mit dem Ausdrucke multiplicirt, das hiedurch gewonnene Produkt vom Dividend abzieht, und die dadurch erhaltene Differenz durch den Diviſor dividirt; 8) ſind zwei (oder mehrere) Quotienten mit einander zu multipliciren, ſo vollzieht man dieſes zuerſt mit ihren Dividenden und dann mit ihren Diviſoren, und dividirt dann mit dem Produkt der Diviſoren das der Dividenden; 9) iſt ein Quotient durch einen andern zu dividiren, ſo multiplicirt man zuvörderſt den Dividend des erſteren Quotienten mit dem Diviſor des letzteren, dann den Diviſor des erſteren mit dem Dividend des letzteren, und dividirt nun erſteres Produkt durch das letztere; 10) hat man ein Produkt durch ein anderes zu dividiren, während der Multiplicator in beiden Produkten derſelbe iſt, ſo dividirt man den Multiplicant des erſteren Produkts durch den des anderen; 11) iſt ein Quotient durch einen andern zu dividiren, während in beiden der Diviſor gleichwerthig, ſo muß der Dividend des erſteren durch den des anderen dividirt werden, und ſollen 12) zwei oder mehrere Quotienten, deren Diviſoren gleichwerthig ſind, zu einander addirt werden, ſo vollzieht man dieſes mit ihren Dividend, und beläßt dann der Summe den gegebenen gemeinſchaftlichen Diviſor, als Diviſor (und iſt die Summe von zweien oder mehreren Summanden durch einen Ausdruck zu dividiren, ſo dividirt man durch den Ausdruck jeden der Summanden und addirt dann die hiedurch her-

gebene bekannte Größen ſich unbekannte finden laſſen. Setzen wir $4 \cdot 6 = 3 \cdot x$, ſo ſpringt in die Augen, daß wenn man beide gleiche Größen ($4 \cdot 6$ und $3 \cdot x$) durch 3 dividirt, man, während beide (da Gleiches durch Gleiches dividirt Gleiches gibt) gleich bleiben, den Werth von x geſondert und dadurch kenntlich erhält; denn $4 \cdot 6 = 3 \cdot x$ iſt $= \frac{4 \cdot 6}{3} = \frac{24}{3} = 8$ und $\frac{4 \cdot 6}{3} = x$, alſo $x = 8$. Bei allen dergleichen Fällen muß, wer zur Beantwortung der hieher gehörigen Fragen aus den bekannten und unbekannten Größen die (zur Auffindung der letzteren erforderliche) Gleichung ableiten will, zuvörderſt wohl beachten und erwägen Alles, was den Werth, die Beſchaffenheiten und die Eigenſchaften der bekannten Größen betrifft und berührt, und möglicherweiſe den unbekannten zukommen dürfte, und wenn ſich dergleichen nicht durch bloßes Nachdenken ergibt, verſuchen, in wiefern eine oder die andere Rechnungsgattung (ob Addition, Subtraction, Multiplication, Diviſion, Erheben zu Potenzen, Wurzelausziehen, Rechnen mit Logarithmen ꝛc.) oder mehrere derſelben nach einander angewendet, zum Ziele führen. Eine erſprießliche Vorübung zum Auffinden guter (in ſicherſter und kürzeſter

---

vorgegangenen Quotienten); 13) iſt ein Quotient von einem anderen abzuziehen, während beider Diviſor gemeinſchaftlich, ſo zieht man zunächſt den Dividenden des erſten Quotienten von jenem des anderen ab, dividirt dann aber die hiedurch erhaltene Differenz durch den gemeinſchaftlichen Diviſor (und hat man eine Differenz durch einen Ausdruck zu dividiren, ſo dividirt man den Minuend und ebenſo auch den Subtrahend [S. 633] durch den Ausdruck, erhält dadurch alſo zwei Quotienten, von denen nun der letztere — der aus dem Subtrahenden erhaltene – von erſterem, von dem des Minuend, abgezogen wird); 14) ſind zwei oder mehrere Quotienten zu addiren, ſo multiplicirt man a) den Dividend des erſten mit dem Produkt der Diviſoren der übrigen Quotienten; b) dann den Dividend des zweiten Quotienten mit dem Produkt der Diviſoren der anderen Quotienten u. ſ. f.; c) addirt dann die hiedurch gewonnenen Produkte und d) dividirt endlich dieſe Summe durch das Produkt aller Diviſoren; und 15) iſt ein Quotient von dem anderen abzuziehen, ſo iſt zuvörderſt der Dividend des erſten Quotienten mit dem Diviſor des andern zu multipliciren, dann der Diviſor des erſten mit dem Dividend des zweiten, hierauf vom erſtgewonnenen Produkt das letztbekommene abzuziehen und endlich die hiedurch verbliebene Differenz durch das Produkt beider Diviſoren zu dividiren. — Aus dem Vorhergehenden iſt übrigens ſchon bekannt: daß die in den allgemeinen Gleichungen vorkommenden Buchſtaben a, b, c, d ꝛc. Ausdrücke oder beſtimmter geſprochen: Zahlenausdrücke darſtellen; daß in Fällen, in welchen Minuende und Subtrahende dieſelben Ausdrücke geſtatten (z. B. a — a; b — b ꝛc.), das Zeichen ſolcher gegenſeitigen Werthsaufhebung 0 iſt (und mithin auch Null ausgeſprochen wird); daß (+ b) die Summe von 0 + b in kürzerer Form ausdrückt, während 0 — b durch (— b) gekürzt dargeſtellt wird (über die wahre Nullpotenz vgl. oben S. 625), daß in vorſtehenden Ausdrücken b das Glied derſelben iſt, und daß wenn dieſes Glied (alſo b) in beiden Ausdrücken eine unbenannte Zahl bezeichnet, erſteres Zeichen ein poſitiver Ausdruck, oder eine poſitive Zahl, letzteres ein negativer Ausdruck oder eine negative Zahl genannt wird.

Weiſe die erſchöpfende Kenntlichmachung der unbekannten Größe oder Größen gewährender) Gleichungen gewähren combinatoriſche Uebungen; denn, wie in allen Verhältniſſen des Lebens die kluge Wahl abhängt von einer verſtändigen Verknüpfung, Zuſammenſtellung und Vergleichung der vorhandenen Umſtände, und wie ein geübter Blick des denkenden Menſchen jene Schnelligkeit im Ueberſchauen und Beurtheilen der Verhältniſſe gewährt, welche zu jedes Menſchen wünſchenswertheſten Eigenſchaften gehört, ſo auch beim Erfinden allgenügender Gleichungen, die eben ſo ſcharfe als umſichtige und ſichere Wahl des Tauglichſten, und iſt überzeugende Anſchaulichkeit, und daraus erwachſende Sicherheit und Unumſtößlichkeit ihrer Wahrheiten ſchon im Allgemeinen, was der Mathematik ihren hohen Werth ertheilt, und ſie, in dieſer Hinſicht verglichen mit den übrigen Wiſſenſchaften, über dieſe erhebt, ſo iſt ſie es im Beſonderen im ausgezeichneten Grade bei den Gleichungen; denn dieſe müſſen in ihrer Gliederung und Einzelngrößen-Bethätigung nicht nur durchaus wahr und folgrecht entwickelt und durchgeführt, ſondern auch durchgängig leicht und überzeugend-anſchaulich gehalten ſeyn, ſollen ſie leiſten, was ſie verheißen, und wenn gleich ſie durchgängig von auſſen her veranlaßt werden, ſo müſſen ſie dennoch, durch die ſchöpferiſche Selbſtthätigkeit des rechnenden Menſchengeiſtes, in ihrer Entwicklung wie in ihrer Ausbildung zur Selbſtſtändigkeit gelangen, ſollen ſie in jeder Hinſicht befriedigen. Vor Allem aber muß man richtig fragen, wenn man von der Algebra richtige Antworten erwarten will. Fragen dieſer Art betreffen aber entweder nur eine unbekannte Größe, oder zwei oder mehrere dergleichen Größen, und heiſchen im erſteren Falle nur eine Gleichung, in den letzteren Fällen hingegen ſo viele Gleichungen, als unbekannte Größen zu enthüllen und ihren Werthen nach zu beſtimmen ſind; aber vollſtändig hergeleitet müſſen alle werden können: aus der einen Aufgabe; ſeien ſie beſtimmt oder unbeſtimmt; das will ſagen: läßt ſich auf jede Frage nur eine Antwort ertheilen, oder ſind für dieſelbe der Antworten mehrere möglich. In jedem Falle aber muß die Gleichung genau jene algebraiſche und arithmetiſchen Verrichtungen andeuten, welche zu vollziehen ſind; um für jeden beſonderen Werth (und dadurch für alle Eigenwerthe) der bekannten Größen, den vollſtändig entſprechenden Werth (oder die vollſtändig entſprechenden Werthe) der einen, oder der mehreren Unbekannten nachweiſen zu können. Soll übrigens eine Gleichung zum Auffinden einer Unbekannten ſich tauglich zeigen, d. h. ſollen ihre beide Sätze oder Zahlenverknüpfungen einander gleich geſetzt werden können, ſo darf ihr zweiter Satz aus dem erſten nicht lediglich durch nur arithmetiſche Verrichtungen gebildet worden ſeyn. Bevor wir jedoch zur näheren Betrachtung der Gleichungen übergehen, noch folgende, theils die allge-

meine Algebra, theils die Algebra im engeren Sinne betreffende Bemerkungen:

aa) Die S. 655 beſchriebenen „unendlichen" Decimalbrüche werden auch periodiſche oder periodiſche Decimalzahlen (ohne Grenze) genannt, und ſind einem gewöhnlichen Bruche gleich, der die jenem angehörige Periode zum Zähler, und ſo viel nebeneinandergeſtellte und alſo gereihete Neunen, als die Periode Ziffern enthält, zum Nenner hat;

bb) in einer geometriſchen Proportion (oben S. 650) iſt jedes äußere oder innere Glied gleich dem durch das gleichnamige dividirtem Produkte der beiden übrigen Glieder;

cc) da jeder Quotient in Form eines Bruches darſtellbar iſt (oben S, 637), ſo läßt ſich auch eine geometriſche Proportion durch zwei gleiche Brüche vertreten, zu deren Zähler die Vorderglieder und zu deren Nenner die Hinterglieder die Zahlenwerthe hergeben, und mithin umgekehrt auch aus je zwei gleichen Brüchen (indem man aus den Zählern die Vorderglieder und aus den Nennern die Hinterglieder bildet) eine geom. Proportion darſtellen, und folglich wird man auch beide erſteren oder vorderen und beide letzteren oder hinteren Glieder, oder auch alle vier Glieder, mit jeder beliebigen ganzen Zahl multipliciren oder dividiren können, ohne dadurch den Fortbeſtand der Proportion aufzuheben (oben S. 633—637): eine Umformung, die man gerne eintreten läßt, wenn es gilt: gemiſchte Zahlen und Brüche mit ganzen Zahlen zu vertauſchen, um letztere vereinfachen zu können. Daß ein, der geom. Proportion entſprechender Bruch dem umgekehrten geom. Verhältniß entſpricht, wenn man deſſen Glieder gegeneinander vertauſcht, folgt ſchon aus dem Vorhergehenden;

dd) ein aus den anderen zuſammengeſetztes Verhältniß erwächst, wenn ein geom. Verhältniß mit zwei oder mehreren anderen geom. Verhältniſſen dargeſtellt zuſammenhängt, daß ſein Vorderglied dem Produkte der Vorderglieder und ſein Hinterglied jenem der Hinterglieder der beiden oder mehreren übrigen Verhältniſſen gleich iſt, und werden hiebei die einzelnen Verhältniſſe durch entſprechende Brüche vertreten, ſo iſt auch der dem erſten Verhältniß gleichwerthige Bruch dem Produkte jener Brüche gleich, welche den übrigen Verhältniſſen werthlich gleichkommen. Daß die Produkte gleichnamiger Glieder, zweier oder mehrerer geom. Proportionen, ſtets auch eine geometriſche Proportion gewähren, folgt ſchon aus bb), und ebenſo auch: daß, wenn (bei mehreren geom. Proportionen) jedes erſte Hinterglied gleich iſt dem nächſterſten Vordergliede, auch jenes geometriſche Verhältniß, welches

das erſte Vorderglied mit dem erſten Hintergliede der letzten Proportion geſtattet, zuſammengeſetzt ſeyn wird aus allen zweiten Verhältniſſen der Proportionen, vergl. auch oben S. 650 ff.

ee) in Beziehung auf allgemeine Algebra (oder verallgemeinerte Arithmetik), in der, wie man weiß, die Größen-Verhältniſſe durch wiſſenſchaftlich übereinkunftlich angenommene Zeichen, die Größen ſelbſt hingegen durch allgemeine Werth anzeigende Symbole (Zahlenwerthe oder Zahlen und darauf gegründete Zahlengrößen S. 604—607) dargeſtellt werden, iſt dem Vorhergehenden noch beizufügen: daß eine einzelne Zahlengröße ein Monom oder Glied, die Summe zweier Zahlengrößen oder Glieder ein Binom, die dreier ein Trinom ꝛc., und die mehrerer — ohne das Mehr durch eine Zahl zu beſtimmen — ein Polynom genannt wird; daß eine gegebene Zahlengröße von einer anderen, ebenfalls gegebenen, abgezogen die Differenz, d. i. eine dritte Zahlengröße erzeugt, die zu jener algebraiſch addirt, dieſe als Summe gibt; iſt die Differenz zweier ungleichen Zahlengrößen poſitiv, ſo heißt jene, von welcher die andere abgezogen worden, die größere Zahlengröße; iſt ſie negativ, die kleinere; je größer aber die Zahlenwerthe der negativen Zahlengrößen ſind, um ſo kleiner müſſen dieſe ſelbſt ſeyn, während die poſitiven Zahlengrößen ſtets die größeren ſind. Uebrigens iſt ſchon früher a. a. O. dargethan worden, daß Alles, was hinſichtlich der gewöhnlichen Brüche entwickelt und nachgewieſen worden, auch von denen, deren Glieder Zahlengrößen ſind, d. h. von den algebraiſchen gilt. Ueber hieher gehörige Potenzen und deren Behandlung vgl. oben S. 633 ff. 650 ff. *), woraus hervorgeht, daß die Zahl A auf eine Potenz erhoben, deren Grad durch — B (alſo durch einen negativen Exponenten; oben S. 625) bezeichnet wird, ſo viel ſagen will: als die Einheit A ſoll durch A^B dividirt werden a. a. O. Setzt man voraus, daß der Werth von A ein endlicher, von Null verſchiedener ſey, während A^0 als Grenze von A^B betrachtet wird, ſo iſt $A^0 =$ der Einheit, woraus dann weiter folgt (zu dem wir früher a. a. O. auf anderem Wege gelangten): $\alpha\alpha$) daß das Produkt, oder der Quotient, zweier gleichwurzeligen Potenzen, mit ganzzahligen poſitiven (oder negativen) Exponenten, gleich iſt: einer neuen Potenz von derſelben Wurzel, deren Exponent die

---

*) Ueber reelle Potenzen und imaginäre und über Nachweiſung der Zeichen, bewirkt durch deren Multiplication, vgl. oben S. 623, 625, 626, 629, 640.

Summe (oder die Differenz) der zuvor gegebenen ganzzahligen Exponenten iſt, und daß mithin eine, durch einen ganzzahligen (poſitiven oder negativen) Exponenten bewerthete Potenz zu einer neuen, gleichfalls mit ganzzahligen (poſitiven oder negativen) Exponenten verſehenen Potenz — durch Multiplication des neuen mit dem ſchon gegebenen Exponenten — erhoben werden kann;

ff) findet man es in der, den Geſammtwerth der Potenz ausdrückenden Formel insbeſondere zu bezeichnen, den darin vorkommenden einzigen reellen Werth, oder, falls darin ein poſitiver und ein negativer Werth vorliegt: den reellen-poſitiven, um ihn, in einem wie in dem andern Falle, von den übrigen der Formel zugehörigen Werthen beſonders zu unterſcheiden, ſo verfährt man, wie nachſtehende Beiſpiele von Potenz-Geſammtwerthen darthun, in denen $a^{m/n}$ und $a^{-m/n}$ + die Ausdrücke für den einen reellen Werth anzeigen $((a))^{m/n}$ und $((a))^{-m/n}$. Ueber reelle Wurzeln ſiehe oben S. 619 ff. und 623 ff. Zur Bezeichnung des Geſammtwerthes einer Wurzel, ohne dabei die reellen Werthe beſonders hervorzuheben, dient ($\sqrt{\ }$); zu jener des Begriffs der Grenze, von dem es ſich bei den Irrationalzahlen (S. 626) häufig handelt, dient die Vorſetzung des Wörtlein lim; z. B. bedeutet $\lim (1 + \alpha)^{1/\alpha} = 2{,}718281828\ldots = e$, die Grundzahl (Baſis, S. 663 ff. und 667) des Syſtems der natürlichen Logarithmen. — Sucht man übrigens, wenn A und B gegeben ſind, nun A auf die Potenz vom Grade B zu erheben, A^B, oder A, um es als Wurzel nachzuweiſen, wenn B und A^B bekannt ſind, ſo kann man auch B als Exponent der gegebenen Potenz, d. i. als Logarithmus derſelben geſucht werden, wo dann die gegebene Potenz die Benennung Exponentialgröße und die gegebene Wurzel die der Baſis (oder Grundzahl) erhält. Hat man bei gegebenen abſoluten Zahlen nun die Wurzel vom Exponenten B, aus der Potenz C, alſo die B^{te} Wurzel aus C, durch $\sqrt[B]{C}$ bezeichnet, ſo läßt ſich jenes Verhältniß oder jene Relation, welche zwiſchen einer angenommenen Grundzahl, einer gegebenen Exponentialgröße und dem zugehörigen Logarithmus ſtatt hat, auch ausdrücken durch die Gleichung $A^{\log. C} = C$ und ſo auch die reellen Logarithmen der Zahl C verſchiedener logarithmiſcher Syſteme, alſo bei Benützung verſchiedener Grundzahlen, durch l(C), L(C) und L'(C), ſo wie die imaginären Logarith-

men *) (derſelben Zahlengröße in demſelben Syſteme) durch $l((C))$, $L((C))$ und $L^1((C))$, und ebenſo auch der reelle Logarithmus von C, wenn ſolcher vorhanden iſt.

Man theilt die Gleichungen mehrfach ab; einmal nach dem Grade und der Zahl der Unbekannten, die ſie einſchließen; dann: ob ſie nur auf gemeine Arithmetik, oder auf allgemeine Algebra, oder auf Algebra im engeren Sinne, und überhaupt auf höhere Rechnungsformen gründen. Man nennt die Gleichung eine des „erſten" Grades, oder eine einfache, wenn die unbekannte Größe, oder wenn die unbekannten Größen, auf der erſten Potenz zugegen ſind; Gleichungen des zweiten, dritten ꝛc. Grades, oder quadratiſche und cubiſche hingegen, wenn jene Unbekannte oder Unbekannten der zweiten oder der dritten Potenz angehören; alle übrige Gleichungen heißen höhere. Es ſind ferner die Gleichungen verſchieden nach Maaßgabe der Anzahl der Unbekannten. Gehört den Gleichungen des erſten Grades mehr als eine Unbekannte an, ſo heißt ſie eine diophantiſche. Nicht ſelten vermag man Gleichungen eines höhern Grades, mittelſt einfacher Reductionen, auf die des erſten Grades zurückzuführen, und daſſelbe gelingt auch nicht minder häufig bei den logarithmiſchen oder Exponential-Gleichungen, d. h. alſo bei Gleichungen, in welchen die Unbekannte in einem oder in mehreren Exponenten vorliegt; kommen übrigens überhaupt zwei oder mehrere Unbekannte vor, ſo reichen gemeinhin entſprechend viele erſtgradige Gleichungen zu deren Beſtimmung hin. Zur Erläuterung der ſogenannten niederen Gleichungen mögen folgende Beiſpiele dienen:

$\alpha\alpha$) Gleichungen des erſten Grades, entweder mit nur einer, auf der erſten Potenz ſtehenden Unbekannten (die auf der erſten Potenz vorkommt), oder eine Gleichung, die, wenn ſie auch anfänglich eine quadratiſche oder cubiſche war, doch im Laufe der Rechnungs-Verrichtung einfach ward, da ſie ſich gänzlich (ohne Reſt) durch die Unbekannte dividi-

---

*) Iſt der ſymboliſche Ausdruck $\alpha + \beta \sqrt{-1}$, oder, wenn nach Gauß, $\sqrt{-1}$, durch ι bezeichnet worden, $\alpha + \beta\iota$, ſo bedeuten darin α und β reelle Größen, und die beiden imaginären Ausdrücke $\alpha + \beta\iota$ und $\gamma + \delta\iota$ ſind einander $=$ oder gleich, wenn einander gleichen ſowohl α und γ, als auch die Coefficienten von ι, nämlich β und δ. Iſt $\alpha + \beta\iota = \gamma + \delta\iota$, ſo begreift ſolche ſymboliſche Gleichung in ſich: die beiden reellen Gleichungen $\alpha = \gamma$ und $\beta = \delta$, und verſchwindet in $\alpha + \beta\iota$ der Coefficient β, ſo wird das Glied $\beta\iota = 0$ genommen, der Ausdruck ſelbſt gleich der reellen Größe α; übrigens ſind $\alpha + \beta\iota$ und $\alpha - \beta\iota$ ſogenannte gepaarte imaginäre Ausdrücke.

ren ließ: $\frac{6x^2 + 5x = 264x : x}{6x + 5 = 264}$. Die zur Auflöſung beſtimmende Forderung lautet: zunächſt bringe die Unbekannte allein, ohne weitere Verbindung, auf der erſten Potenz an die eine Seite des = (des Gleichheitszeichens), um ſo den Werth derſelben an der anderen Seite des = ausgedrückt zu erhalten (was möglich wird, weil Gleiches zu Gleichem addirt, davon ſubtrahirt, damit multiplicirt oder darin dividirt, wieder Gleiches gibt, oder, weil dieſelbe arithmetiſche Verrichtung, an beiden Seiten des = vollzogen, die frühere Gleichheit nicht aufhebt). Iſt aber die Unbekannte mit anderen Größen verbunden, und nimmt man für dieſen Fall an beiden Seiten des = die umgekehrte Verrichtung von jener vor, durch welche ſie mit dieſer verbunden worden, ſo wird die Bekannte auf der einen Seite wegfallen, dagegen aber mit dem entgegengeſetzten Zeichen auf die andere kommen.

Iſt $a + x = b$, ſo erhält man x und ſeinen Werth (geſchieden und beſtimmt), wenn man von beiden x a ſubtrahirt oder zu beiden — a addirt; da aber $a + x = b$, ſo werden beide Größen auch noch gleich bleiben, ſowohl wenn Gleiches von beiden abgezogen oder Gleiches zu beiden zugefügt worden; denn — a addirt hebt das a bei x auf, und der hier gezogene Strich bedeutet daher, daß

$x - a = b$ $x + a = b$
$+ a = + a$ addirt, oder daß $- a = - a$ addirt
$x = b + a$ $x = b - a$, und daß, wenn

man, um x zu iſoliren, von der einen Seite eine Größe mittelſt Addition oder Subtraction wegſchaffen will, man ſie löſchen und auf die andere Seite mit dem (ihrem vorigen) entgegengeſetzten Zeichen wieder in Anſatz bringen muß; lautete alſo die Gleichung: $x + a - cd = b$ ſo iſt mithin, die Größe verkehrt gezeichnet zur anderen Seite gebracht $x = b - a + cd$, und falls die Unbekannte (x) mit einer anderen Größe dividirt worden, ſtellt die Diviſion x iſolirt heraus; denn $bx - c + d = 7a$ zunächſt auf die andere Seite

gebracht $bx = 7a + c - d$, dann beides durch b

dividirt $x = \frac{7a + c - d}{b}$ das x mit ſeinem Werthe für ſich heraus. Sind Brüche in den Gleichungen, ſo müſſen dieſe zuvor dadurch in ganze Größen verwandelt werden, daß man zuvörderſt nacheinander alle Glieder der Gleichung mit allen Nennern der Brüche multiplicirt, wo dann auf beiden Seiten dennoch gleichviel bleibt, hierauf aber alle Glieder mit dem gemeinſchaftlichen Nenner aller Brüche multiplicirt, da dann jedes Glied der Gleichung

eine ganze Größe darſtellen wird *). Dieſelbe Regel findet auch ihre Anwendung: wenn die Unbekannte dem Nenner des Bruches angehört, und ebenſo auch: wenn ſie im Zähler und Nenner vorkommt. Es ſei

$$\frac{60}{x} - 7 = 8 \times x = \frac{\frac{60 - 7x = 8x}{60 = 8x + 7x = 15x} : 15}{\frac{60}{15} = x \text{ mithin } x = 4;}$$

$$\text{und } \frac{5x + 3}{x - 1} = 7 \times (x - 1) = \frac{\frac{5x + 3 = 7x - 7}{3 + 7 = 7x - 5x}}{\frac{10 = 2x}{\frac{10}{2} = x \text{ oder } 5 = x.}}$$

mithin die 7 mit entgegengeſetztem Zeichen herübergebracht, ſo wie auch 5 x auf die andere Seite:

Findet ſich x in mehr als einem Gliede: in ganzen Zahlen oder in Brüchen vor, ſo hat man, für den erſteren Fall, die Coefficienten (S. 625, 642), wenn dieſe, wie hier, aus Zahlen beſtehen, zu addiren oder zu ſubtrahiren (wie letzteres oben geſchah; denn 7 x — 5 x = 2 x); iſt aber die ganze Gleichung eine allgemeine und daher nur durch Buchſtaben ausgedrückte, ſo muß die Unbekannte (vorausgeſetzt daß ſie in mehreren Gliedern, wie ſolches bei Gleichungen vom erſten Grade ſtets der Fall iſt, in derſelben Potenz gegeben vorliegt), während man die anderen Größen einklammert, zum allgemeinen Factor (S. 609) erhoben werden **). Jede Größe ohne Coefficient iſt übrigens = derſelben Größe mit dem Coefficient 1, alſo (a = 1 a), und iſt ſolche Größe ohne Coefficient zugleich auch Factor anderer Größen, ſo betrachtet man ſie in der bemerkten Weiſe, d. h. als hätte ſie den

---

*) Man könnte auch durch eine lange Reihe von Folgerungen zu gleichem Ergebniſſe gelangen; was man aber kürzeren Weges haben kann, ſoll man auf dem längeren Wege nicht ſuchen! Welches iſt der Werth von x in $\frac{x}{3} + \frac{a}{3} - \frac{bd}{4} = c$? Die Gleichung mit dem gemeinſchaftlichen Nenner der Brüche, der 12 iſt, multiplicirt gibt $x = 3c - a + \frac{3bd}{4}$ oder $x = 3c - a + {}^3/_4\, bd$.

**) Beiſpiele: $\frac{a + x = b}{x = b - a} - a$; $\frac{x - a = b}{x = a + b} + a$; $\frac{ax = b}{x = \frac{b}{a}} : a$; $\frac{\frac{x}{a} = b}{x = ab} \cdot a$; $\frac{x^a = b}{x = \sqrt[a]{b}} \sqrt[a]{\ }$; $\frac{\sqrt[a]{x} = b}{x = b^a}$

Coefficient 1 *). Kommt die Unbekannte in mehreren Gliedern der Gleichung als Bruch vor, ſo bringt man zunächſt alle Brüche unter einerlei Benennung, addirt ſie dann zu einander und verfährt nun wie gewöhnlich.

Es ſollen geſucht werden der Werth einer größeren, mit x, und einer kleineren, mit y bezeichneten Zahl, Zahlen, deren gegebene Summe = a und deren bekannte Differenz = b iſt. Wir löſen dieſe Aufgabe, indem wir zwei Gleichungen bilden; nämlich $x + y = a$ und $x - y = b$, und verfahren dabei am einfachſten in der Weiſe, daß wir den Werth derſelben Unbekannten aus jeder Gleichung ſuchen und ſie als eine neue Gleichung betrachten: $\frac{x + y = a}{x = a - y}$ und $\frac{x - y = b}{x = y + b}$

wo dann beide Werthe für x gleich ſind; mithin:

um y zu finden:

$$\frac{a - y = b + y}{a = b + 2y}$$
$$\frac{a - b = 2y}{\frac{a - b}{2} = y}$$

um x zu finden:

$$\frac{x + y = a}{y = a - x} \quad \text{ferner} \quad \frac{x - y = b}{-y = b - x}$$
$$x - b = + y$$

folglich
$$\frac{a - x = x - b}{a = 2x - b}$$
$$\frac{a + b = 2x}{\frac{a + b}{2} = x}$$

Wir löſen aber auch die Aufgabe ſowohl mittelſt Addition der Gleichungen

---

Ferner: $\frac{x}{a} + b = c + d \quad . a$

$$\frac{x + ab = ac + ad}{x = ac + ad - ab} - ab$$

$$\frac{3abx + 7a - 5b + c = a + 7b + c + d}{3abx + 7a - 5b = a + 7b + d} - c$$

$$\frac{3abx + 7a = a + 12b + d}{3abx = 6a + 12b + d} - 7a \quad (+ 5b)$$

$$\frac{}{} : 3ab$$

$x = \frac{-6a + 12b + d}{3ab}$ und falls mehrere Größen miteinander multiplicirt

oder dividirt werden ſollen, da man dann im „erſteren" Falle ſie ſämmtlich, ver-

bunden mit ihren Zeichen, in „Klammern" einſchreibt, im letzteren ſie in Bruch-

form bringt und in beiden Fällen den gemeinſchaftlichen Multiplicator oder Diviſor

beifügt:

$$ab + bc + bd = (a + c + d) \,.\, b; \quad \frac{a}{b} + \frac{c}{b} + \frac{d}{b} = (a + c + d) : b = \frac{a + c + d}{b}$$

*) Es ſei $abc + cd + c = (ab + d + 1) \,.\, c$.

$$\begin{array}{r} x + y = a \\ x - y = b \\ \hline 2x = a + b \\ \hline x = \frac{a+b}{2} \end{array}$$

als auch, in Beziehung auf y, mittelſt algebraiſcher Subtraction

$$\begin{array}{r} x + y = a \\ x - y = b \\ + \quad - \\ \hline 2y = a - b \\ \hline y = \frac{a-b}{2} \end{array}$$

Mithin iſt x = der halben Summe plus der halben Differenz und y die halbe Summe minus der Differenz, und iſt a = 24 und b = 6, ſo iſt $x = \frac{24+6}{2} = \frac{30}{2} = 15$ und $y = \frac{24-6}{2} = \frac{18}{2} = 9$.

Wir könnten aber auch x und y finden, wenn wir x + y = a ſetzend den gefundenen Werth einer Unbekannten in die andere Gleichung vertretend einfügten (ſubſtituirten); wir würden dann jenen Werth für x, ſtatt deſſelben, in die andere Gleichung x — y = b ſetzend, dieſe folgendermaßen in Anſatz zu bringen haben:

$$\begin{array}{rl} a - y - y = b \text{ oder} & a - 2y = b \\ \text{nun die } 2y \text{ hinüberſetzend} & a = b + 2y \\ \text{dann die } b \text{ herüberbringend} & a - b = 2y \\ 2: & \frac{a-b}{2} = y \text{ haben.} \end{array}$$

Und da wir nun den Werth von y kennen, ſo wird uns auch, da in der erſten Gleichung x = a — y war, x bekannt, indem wir den zuvor gefundenen Werth für y ſubſtituiren. Es wird dann $x = a - \left(\frac{a-b}{2}\right) = \frac{2a-(a-b)}{2} = \frac{2a-a+b}{2} = \frac{a+b}{2}$; x alſo $= \frac{a+b}{2}$ und $y + \frac{a-b}{2}$.

Ferner ſollen gefunden werden drei Zahlen: x y und z, von denen x + y = a (= 16); x + z = b (= 24) und y + z = c (= 32) iſt; welche ſind die, mittelſt dieſer drei Gleichungen zu findenden Werthe von x, y und z? Zuvörderſt y von x abziehend erhalten wir:

$$\begin{array}{rl} & x + y = a \\ & x + z = b \\ \text{ſubtrahirend} & \overline{y - z = a - b} \end{array}$$

hiezu z addirend $y + z = c$

$2y = a + c - b$ alſo eine Gleichung mit nur einer Unbekannten, nämlich

$$\frac{2y = a + c - b}{y = \frac{a + c - b}{2}}$$

ſubſtituirt man nun dieſen für y gefundenen Werth in die erſte oder in die dritte Gleichung, ſtatt y, ſo erhält man den Werth von x und z, wie folgt:

Subſtitution in die erſte Gleichung:

$$x + \frac{a + c - b}{2} = a \quad .2$$
$$2x + a + c - b = 2a$$
$$2x = 2a - a - c + b$$
$$2x = a - c + b \quad :2$$
$$x = \frac{a - c + b}{2}.$$

Subſtitution in die dritte Gleichung:

$$\frac{a + c - b}{2} + z = c \quad .2$$
$$a + c - b + 2z = 2c$$
$$2z = 2c - c - a + b = c - a + b \quad :2$$
$$z = \frac{c - a + b}{2}.$$

Mithin $y = \frac{16 + 32 - 24}{2} = \frac{24}{2} = 12$; $x = \frac{16 - 32 + 24}{2} = \frac{8}{2} = 4$; $z = \frac{32 - 16 + 24}{2} = \frac{40}{2} = 20$; alſo $x + y = 4 + 12 = 16$ (a); $x + z = 4 + 20 = 24$ (b) und $y + z = 12 + 20 = 32$ (c). — Zur Ergänzung von S. 624 ff. linke Spalte und zur Erleichterung des Verſtändniſſes für einiges weiter unten Folgende, hier noch nachſtehende Bemerkungen: Statt für a^m zu ſagen a in der mten Potenz, ſprechen Einige auch: a hoch m; übrigens folgt aus Früherem (S. 650 ff.), daß der hier dem ganzzahligen Dignanden a beigeſetzte Exponent m auch eine ganze Zahl und > 1 (S. 609) iſt. Ebenſo ergiebt ſich aus Früherem, daß wenn z. B. a durch m radicirt iſt, a den Radicanden und m den Wurzelexponenten in $\sqrt[m]{a}$ darſtellt; daß man die zweite Wurzel $(\sqrt[2]{\ })$ oder Quadratwurzel kürzer durch $\sqrt{a}$ bezeichnet, iſt in verſchiedenen der im Vorhergehenden beigebrachten Beiſpiele erſichtlich. Ebenſo daß wenn a^m eine Differenz-Potenz ausdrückt, b die Differenz ganzer Zahlen, welche > 1 ſind, z. B. $\alpha - \beta$ iſt, in welchem Falle ſie den Quotienten $\frac{a^\alpha}{a^\beta}$ bezeichnet. Uebrigens folgt hieraus, daß a $a^{m+1} = a^m \,.\, a$, $a^{m+n} = a^m \,.\, a^n$; $a^{m+n+u+v} = a^m \,.\, a^n \,.\, a^u\, a^v$; $(a\,b)^m = a^m \,.\, b^m$; $\left(\frac{a}{b}\right)^m = a^m$:

b^m, $(a^m)^n = a^{mn}$ u. $\left[(a^m)^n\right]^\nu = a^{mn\nu}$ iſt, ſo wie, daß wenn der Exponent $m = \alpha - \beta$, $m + 1$ die Differenz $(\alpha + 1) - \beta$ ausdrückt. Iſt a eine poſitive (ganze oder gebrochene) Zahl, oder 0 und m eine ganze poſitive, ſo drückt $\sqrt[m]{a}$ jene poſitive Zahl aus oder jene 0 aus, welche mit m potenzirt a erzeugt und heißt dann eine abſolute Wurzel.

Zur weiteren Erläuterung vorſtehender Regeln mögen die unten ſtehenden Beiſpiele dienen *). Es können auch hieher gehörige Glei-

---

*) 1. Jemand wird befragt, wie viel Gulden er beſitze? Er antwortet: hätte ich viermal ſo viel wie Du und noch 4 dazu, ſo beſäße ich 56. Die Unbekannte durch x bezeichnet, haben wir

$4x + 4 = 56$ und die 4 herübergeſetzt: $4x = 56 - 4 = 52$, dieſe : 4 gibt $\frac{4x}{4} = x = \frac{52}{4}$; x mithin 13.

2. Es ſoll eine Zahl (x) errathen werden, von der ausgeſagt wird: addirſt Du 150 hinzu und multiplicirſt dann die Summe mit 3, ziehſt hierauf 6 ab und dividirſt dann den Reſt durch 4, ſo haſt Du die geſuchte Zahl. Alſo

$x + 150 \,.\, 3 = 3 \,.\, (x + 150)$ davon 6 ab iſt:

$3 \,.\, (x + 150) - 6$, und dieſes durch 4 dividirt:

$\frac{3 \,.\, (x + 150) - 6}{4} = x$. Die Gleichung mithin:

$$\frac{3 \,.\, (x + 150) - 6}{4} = x$$

$$\underline{\qquad\qquad\qquad\qquad} \,.\, 4$$

$$\underline{3 \,.\, (x + 150) - 6 = 4x}$$

$$\underline{3x + 450 - 6 = 4x}$$

$$\underline{3x + 440 = 4x}$$

$$- 3x$$

$444 = x$; iſt aber nun auch 444 wirklich die geſuchte Zahl? Die Antwort, alſo die Probe fällt, wenn wir mithin ſtatt x die gefundene 444 ſetzen: $444 + 150 = 594 \,.\, 3$ $1782 - 6 = 1776 : 4 = 444$.

3. Es vertheilt Jemand letztwillig ſein Vermögen ſo, daß ſeine Wittwe die Hälfte desſelben, ſein Sohn ein Viertel, ſeine Tochter ein Achtel und ſeiner Tochter Kinder mitſammen 400 Flor. erhalten; wie viel rheiniſche Gulden hat er im Vermögen? Es ſind:

$\frac{1}{4}x + \frac{1}{8}x + \frac{1}{2}x + 400 = x$

$\underline{\qquad\qquad\qquad\qquad}$ — die Brüche addirt:

$\frac{7}{8}x + 400 = x$

$\underline{\qquad\qquad\qquad}$. 8 den Bruch durch die Multiplication weggeſchafft

$\underline{7x + 3200 = 8x}$

$\underline{3200 = 8 - 7x}$ mithin

$3200 = x$ und daher:

$$\tfrac{1}{2}\left(= \frac{3200}{2}\right) = 1600 + \tfrac{1}{4}\left(= \frac{3200}{4}\right) = 800 + \tfrac{1}{8}\left(\frac{3200}{8}\right) = 400 + 400$$

$= 3200$. Es gehören hieher auch die Seite 657 ff. aufgeführten Rechenexempel.

4. Es ſollen 50 Stück alſo gezehntheilt werden, daß nach dem unbekannten kleinſten Theile (von x) angefangen, der nächſtgrößere ſtets um 1 größer ausfällt, als der vorhergehende iſt. Da dieß eine zehngliedrige arithmetiſche Progreſſion (S. 649 ff.): x, $x + 1$, $x + 2$ ꝛc. gewährt, die Summe derſelben

chungen vorkommen, die, weil ſie x^2 enthalten, den Anſchein haben, als gehörten ſie zu den Gleichungen des **zweiten** Grades, während ſie doch nur Gleichungen vom **erſten** Grade ſind. Es ſoll z. B. eine Zahl geſucht werden, welche, zur zweiten Potenz erhoben, eine Größe erlangt, die gleich iſt der Summe des Gedoppelten jener Zahl; alſo $x = x^2 = 2x$ dividirt durch x gibt:
$x = 2$; 2 iſt aber auch dieſe einzige Zahl; denn $2^2 = 4$ und $2 \cdot 2 = 4$, ſo wie 4 dividirt durch $2 = 2$. Daß, falls Wurzelzeichen in der Gleichung vom erſten Grade vorkommen, man zur Erhebung zu Potenzen ſchreiten muß, um jene Zeichen zu tilgen, folgt ſchon aus dem Vorhergehenden. Es ſei eine Zahl zu ſuchen, die, wenn man ſie von 1000 abzieht, einen Reſt gibt, der zur Quadratwurzel 16 hat: $1000 - x = 16 \cdot 16 = 256$; x zur anderen Seite gebracht: $1000 = 256 + x$; die 256 auf die andere Seite geſetzt $1000 - 256 = x$; mithin $744 = x$. Aber $1000 - 744 = 256$; $\sqrt{}$ aus 256 iſt $= 16$. Iſt x im Exponenten einer Größe als Potenz zugegen, während es dennoch in der erſten Potenz verbleibet, ſo muß man, zur Löſung der Aufgabe, **Logarithmen** zu Hülfe nehmen, da dieſe wirkliche Potenz-Exponenten darſtellen (oben S. 663). In folgender Gleichung: $2^x = 512$ ſind, da beide Größen gleich, $x\,L\,.\,2 = L\,512$ mithin auch ihre Logarithmen, mithin $x = \frac{L\,512}{L\,2}$. In den Tafeln aufgeſucht iſt $x = \frac{2.7092700}{0.3010300}$

und Zähler und Nenner mit 10 multiplicirt $= \frac{27092700}{3010300} = 9$; und mithin $x = 9$, 2^x aber $= 2^9$; 2 zur **neunten** Potenz erhoben iſt 512. Wollte man nun auch die urſprüngliche Aufgabe als eine zu einer Gleichung vom **zweiten** Grade gehörige betrachtet wiſſen, ſo iſt ſie nun doch, durch die logarithmiſche Behandlung, zu einer **erſtgradigen** zurückgeführt; vgl. oben S. 679 ff.

Gleichungen vom **zweiten** Grade, oder **quadratiſche** Gleichungen *) mit einer Unbekannten, werden aufgelöst (und ebenſo auch

---

alſo $= x + x + 9 \cdot 5 = (2x + 9) \cdot 5 = 10x + 45$ iſt, ſo muß es 50 geben; die Gleichung ſtellt ſich demnach wie folgt: $10x + 45 = 50$; 45 herübergebracht $10x = 50 - 45 = 5 \;:\, 10$
$x = 5/10 = 1/2$. Der erſte oder kleinſte Theil iſt alſo $= 1/2$, die übrigen ſind $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$, $5\frac{1}{2}$, $6\frac{1}{2}$, $7\frac{1}{2}$, $8\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{2}$ = 10mal $\frac{1}{2} = 5 + 45 = 50$.

*) Mithin Gleichungen, in denen die Unbekannte, geſtellt wo ſie mag, aber zuvor auf die eine Seite des Gleichheitszeichens gebracht, in **zweiter Potenz** vorkommt (oben S. 660); entweder ſie nur allein oder zugleich auch **ſie ſelbſt** (ein- oder

jene höheren Graden angehörige Gleichungen, mit ebenfalls nur einer Unbekannten, von der jedoch nur zwei Potenzen vorkommen, deren eine einen doppelt ſo großen Exponenten hat, als die andere), wenn man das Quadrat der Unbekannten von ſeinem Coefficienten befreit und die bekannte Größe allein auf die andere Seite ſchafft; da dann die Unbekannte gleich iſt: dem halben Coefficienten der erſten Potenz ihrer ſelbſt, genommen mit entgegengeſetztem Zeichen, vermehrt oder vermindert um die Quadratwurzel aus der — zu dem Quadrate des zuvor erwähnten halben Coefficienten addirten — Geſammtgröße der anderen Seite. Es bietet hier alſo die Unbekannte ſtets zwei Werthe dar, die entweder beide reell, und in dieſem Falle einander gleich ſind: wenn jene Wurzelgröße verſchwindet, oder die in Form gepaarter imaginärer Ausdrücke hervortreten. Man hat aber hiebei nicht nur die bekannten wie die unbekannten Glieder auf eine Seite zu bringen, ſondern man kann auch, in einzelnen Fällen, ſtatt eines oder des anderen Gliedes auf die eine Seite 0 (d. h. die Gleichung auf Null) bringen*).

Nennt man a jenen Werth, der aus verſchiedenen Coefficienten des

---

mehrmal), aber in der erſten Potenz, und entweder mit einem Coefficienten oder
auch ohne denſelben; wie folgende vier quadratiſche Gleichungen beiſpielweiſe
darthun mögen: $x^2 = 3a + b$; $3x^2 - c = 5ab + \frac{d}{2}$; $x^2 - px = 7pq - \frac{7}{9}$
d; $8x^2 - 5px + qx = 2cx + d$ ꝛc. Geſetzt $3x^2 + 5xc - c = 15x + q$
würde als Gleichung zu ſetzen ſein: $3x^2 + 5xc - 15x = q + c$ und ſo darbieten,
was hinſichtlich des „Zur einen Seite bringen" für die bekannten und unbekannten
Glieder gefordert wurde.

*) Soll $3x^2 + 5cx - 15x = q + c$ auf Null gebracht werden, ſo iſt nur nöthig $q + c$ mit entgegengeſetzten Zeichen auch auf die erſte Seite in Anſatz zu bringen, wo dann, wenn auf beiden Seiten $-q - c$ addirt worden, es auf der einen Seite unter das Minuszeichen gelangt, während auf der anderen 0 hervorgeht; denn ſetzen wir

$3x^2 + 5cx - 15x = q + c$ und addiren

$-q - c = -q - c$ ſo erhalten wir

$3x^2 + 5cx - 15x - q - c = 0.$ Wären aber auf der einen Seite mehr denn ein oder ſelbſt viele x^2 und noch ſo viele x, mit oder ohne Coefficienten und mit verſchiedenen Zeichen zugegen, ſo könnte und müßte man es doch dahin bringen: daß nur ein x^2 und nur ein x bliebe. Man hätte nämlich, für ſolchen Fall, in den verſchiedenen Gliedern, das x^2 (oder das x) als einen gemeinſchaftlichen Factor zu betrachten und denen eingeklammerten Gliedern anzuhängen. Und wäre dann auch die Anzahl der Glieder bekannter Größen (oder der Bekannten) noch ſo groß, ſo würde man ſie doch, mittelſt Addition oder Subtraction in ein Glied zu verwandeln vermögen. Und daſſelbe gilt auch, in ähnlicher Weiſe, von den Coefficienten der unbekannten Glieder. Ergebe ſich dabei, bei Anweſenheit verſchiedener x^2, für die zugehörigen verſchiedenen Coefficienten, nachdem ſie zu einem Coefficient bewerthet worden, das Minus-Zeichen, ſo würde man nur x^2 auf die andere Seite zu bringen haben und ebenſo auch die anderen Größen, um zu bewirken, daß, während Alle ihre Zeichen verändern, x^2 das zur Ausziehung der Wurzel nöthige Pluszeichen erhalte und ſo die Auflöſung der Gleichung möglich werde.

x^2 entſtanden, nachdem ſie mittelſt Addition oder Subtraction zu einer Größe verwerthet worden; b hingegen, was in gleicher Weiſe aus dem Coefficienten des x hervorgegangen, und die bekannten Größen zuſammengenommen q, ſo lautet die Formel für alle mögliche quadratiſche Gleichungen, auf 0 gebracht

$$a x^2 \pm b x \pm q = 0.$$

Kommen quadratiſche Gleichungen mit Brüchen vor, ſo laſſen ſie ſich, wie ſchon aus dem Vorhergehenden ſich ergibt, dennoch ſtets in eine dreigliedrige Form bringen, ähnlich vorſtehender allgemeiner, ſo wie jener, welche die in der vorigen Anmerkung befindliche Gleichung darbietet. Ergibt ſich, bei Anweſenheit verſchiedener x^2, für die zugehörigen verſchiedenen Coefficienten, nachdem dieſe zu einem Coefficienten ausgeglichen, das Minus-Zeichen, ſo hat man nur x^2 auf die andere Seite zu bringen, und ebenſo auch die anderen Größen zu behandeln, um zu bewirken, daß alle ihre Zeichen verändern, und daß namentlich x^2 das Pluszeichen erhalte, was ſpäterhin, beim Auflöſen der Gleichung, zu der dann erforderlichen Wurzel-Ausziehung nöthig iſt. Es ſei $4 - 3 x^2 = 5 x - 6$, ſo würden (nachdem die Glieder, in welchem x^2 mit vorkommt, zur anderen Seite und die Gleichung auf 0 gebracht worden) $3 x^2 + 5 x - 10 = 0$ ſein. Erhält man, nachdem alle bekannten Größen geſondert worden, von der Unbekannten, dieſe nur als Quadrat, ohne weiteren Zuſatz, ſo heißt die quadratiſche Gleichung eine reine, kommt dagegen der Werth der Unbekannten, nach vollbrachter Sonderung, zwar auch als Quadrat, aber außerdem noch in der erſten Potenz vor, ſo iſt die zweitgradige Gleichung eine unreine, die jedoch auch, ſtatt deſſen, die Benennung: vollſtändige Gleichung vom zweiten Grade zu erhalten pflegt. Um dieſe in jene zu wandeln, führt man (wie bereits bemerkt worden) eine neue Unbekannte ein, welche, wenn der Coefficient von x poſitiv iſt, um die Hälfte dieſes Coefficienten größer (wenn er negativ iſt: um ebenſoviel kleiner) ſich bewerthet, als die ſchon vorhandene Unbekannte, und löst dann die nun reine quadratiſche Gleichung nach den bereits angeführten Regeln auf. In Beziehung auf obige allgemeine Formel läßt ſich die Grundform der reinen quadratiſchen Gleichung ausdrücken durch: $a x^2 \pm q = 0$; jene der unreinen durch $x^2 + p x = q$. Iſt x poſitiv, ſo haben wir $x = y - f$; iſt es negativ $x = y + f$. Dieſes f bleibt unbeſtimmt (kann aber, in Beziehung auf obige Allgemeine, betrachtet werden als $\frac{q}{a}$), aber man bringt ſpäterhin den entſtehenden Coefficienten von y auf 0 ($y = 0$), löst hierauf die dadurch entſtandene reine zweitgradige Gleichung in y auf, indem man für y deſſen Werth (S. 706) ſubſtituirt und nun x wieder einführt; bezeichnete man dabei den Coeffi-

cienten von x durch p und die übrigen kein x enthaltenden Glieder durch q, ſo findet man den Werth von x nach der Formel

$$x = -\tfrac{1}{2}p \pm \sqrt{\tfrac{1}{4}p^2 - q}.$$

Oder man hälftet (ſobald die Gleichung geordnet iſt) und viertheilt den Coefficienten des x, addirt ihn dann auf beiden Seiten, zieht aus beiden Seiten die Wurzel aus (die ſich, dem Vorhergehenden zu Folge, auf der Seite, wo die unbekannten Größen, leicht auffinden läßt) und bringt nun den zweiten Theil der bei x befindlichen Wurzel, mit verändertem Zeichen auf die andere Seite; man hat dann x ſeinem Eigenwerthe nach (allein) und deſſen doppelten Werth in durchaus bekannten Größen. Uebrigens läßt ſich jede auf 0 gebrachte zweitgradige Gleichung betrachten, als eine durch die Multiplication zweier auf 0 gebrachter Factoren entſtandene, und es bilden dieſe beiden Werthe der Unbekannten, (des x), aus denen ſolche Gleichung erwachſen, die Wurzeln der Gleichung*). Sind Wurzeln und Factoren beſtimmt, ſo ergibt ſich aus dem Ganzen auch die Folge ihrer Gliederwerthe, der Innenbeſtand oder die Zuſammenſetzung (Compoſition) der Gleichung. Iſt dann nämlich auf die allgemeine Form gebracht eine Gleichung mit einer Unbekannten, ſo iſt der Coefficient des zweiten Gliedes, mit Aenderung des Zeichens, der Coefficient des dritten Gliedes ohne Aenderung, der des vierten mit Aenderung ꝛc. einzelnbezüglich gleich der Summe aller einzelnen Wurzeln (und ebenſo jener der je zwei, je drei miteinander multiplicirten); woraus dann zugleich hervorgeht, daß das letzte Glied der Gleichung, mit oder ohne Aenderung ſeines Zeichens (je nachdem der Grad der Gleichung ungerade oder grade iſt) gleich kommt: dem Produkte ſämmtlicher Wurzeln (ein Verhalten, wodurch ſich ein Verfahren begründet: in einer gegebenen Gleichung, von beliebigem Grade, ſämmtliche rationale Wurzeln aufzufinden **).

---

*) Gibt man einer Gleichung die Form eines = 0 geſetzten und nach den fallenden Potenzen der Unbekannten geordneten Polynom (Vieltheilung oder vieltheilige Größe S. 701), deſſen erſtes Glied poſitiv und Coefficientenfrei iſt, ſo kann man ſolch Polynom genau theilen: durch die, um irgend eine Wurzel der Gleichung algebraiſch verminderte Unbekannte. Begreift man daher unter der Benennung Wurzeln der Gleichung jeden Werth der Unbekannten, durch deſſen in der Gleichung ſtattgehabte Subſtitution, die befriedigende, keinen Zweifel an der Gleichwerthigkeit beider Seiten der Gleichung zulaſſende, Zuſammenſtimmung dieſer Seiten dargethan wird, ſo bilden jene Unterſchiede die Wurzelfactoren oder ſogenannten einfachen Diviſoren der Gleichung, und wie man für eine Gleichung vom erſten Grade eine Wurzel, und für eine vom zweiten Grade zwei Wurzeln aufzufinden vermag, ſo läßt ſich auch allgemein der Beweis führen, daß jede Gleichung vom mten Grade mWurzeln und mWurzel-Factoren haben muß.

**) Da aus der Multiplication beliebig willkührlich angenommener Factoren des erſten Grades denſelben gemäß eine beſtimmte Form von höherem Grade hervorgeht, ſo

Zur Erläuterung des Geſetzlichen der quadratiſchen Gleichungen noch Folgendes: Um zu finden, ob in einer auf 0 gebrachten, gehörig gegliederten, in dem höchſten Gliede ihrer Form von deſſen Factor oder Coefficienten befreiten, eine Summe = 0 von drei (folgweiſe im Range um eine Einheit verſchiedenen) Theilen enthaltenden Gleichung $x^2 + fx + g = 0$ ſolche Form nicht ein Product aus 2 Factoren des erſten Grades ſei? ſetzt man eine in ſolcher Weiſe entſtandene, durch $x + A$ und $x + B$ zu bezeichnende Form, als wirklich gegeben voraus, und berechnet daraus deren Product, das dann als eine Form des zweiten Grades hervorgehen wird; nämlich als $x^2 + (A + B) x + A B$. Dem Geſetze ſolcher Multiplication gemäß iſt in ihm, der Coefficient des erſten Gliedes nach dem höchſten, die Summe $(A + B)$; der des zweiten das Product $(A . B)$ aus den letzten Theilen der angenommenen Factoren. Nun ſollen aber dieſe Coefficienten, der in jener Vorausſetzung liegenden Forderung gemäß, gleichwerthig (identiſch) ſein mit denen der gleichhohen Glieder in der anfänglichen Form; es fragt ſich daher, wie zuvor bereits angedeutet wurde, ob ſich zwei annoch unbekannte Größen ſtets beiſtimmen laſſen, wenn ſowohl für ihre Summe, als für ihr Product bekannte Werthe (hier $A + B = f$ und $A . B = g$) vorliegen? Ein leichter Kunſtgriff ſetzt in den Stand, dieſe Frage für alle hier mögliche Fälle zu bejahen. Erhebt man nämlich die Summe

---

muß umgekehrt es auch möglich ſein, eine gegebene Form höheren Grades als ein Produkt aus Formen des erſten Grades zu betrachten und ſie (die höhere Form) in erzeugende Factoren wieder aufzulöſen. Ließe ſich dieſe Möglichkeit immer verwirklichen, ſo wäre damit auch die Auflöſung der Gleichungen gefunden. Will man unter „Auflöſung einer quadratiſchen Gleichung" nur verſtanden wiſſen: Zurückführung der Unbekannten auf arithmetiſche Ausdrücke, in welchen die beſtimmte Rechnungen mit bekannten, in den Gliedern der Gleichung als Coefficienten gegebenen Zahlen gefordert werden, ſo iſt jede quadratiſche Gleichung auflösbar, und es wird dann ſtets zwei Werthe der Unbekannten geben; weil in dem einen Theile ihres Ausdrucks z. B. $\sqrt{(\frac{1}{4} f^2 - g)}$ die Ausziehung der Quadratwurzel aus einer beſtimmten Zahl verlangt wird, was ſtets zwei (der Größe nach gleiche, dem Zeichen nach aber entgegengeſetzte, alſo) zwei verſchiedene Ergebniſſe gewährt; vergl. oben. Soll hingegen die Auflöſung einer quadratiſchen Gleichung beſtehen in der Nachweiſung und Nennung einer beſtimmten Zahl, die den Gleichungsforderungen genügt, ſo zeigen ſich die wenigſten zweigradigen Gleichungen ſolcher Nachweiſung fähig; denn bekanntlich laſſen ſich nur ſelten, aus beliebig angenommenen Zahlen, befriedigende Ausziehungen der Quadratwurzel vollziehen (oben S. 619 u. f. u. S. 625 ff. u. 662), und iſt der Ausdruck, der ſolcher Verrichtung unterworfen werden ſoll eine negative Zahl (alſo z. B. in $\frac{1}{4} f^2 - g$ kleiner als g) ſo iſt die Erfüllung jener Forderung ganz unmöglich, oder, wie man für ſolchen Fall zu ſagen pflegt, es hat dann die Gleichung eine durchaus unmögliche Wurzel, oder, die Werthe der Unbekannten ſind unmögliche Größen. Indeſſen zeigt ſchon das Wurzel-Ausziehen, daß in den höheren arithmetiſchen Operationen mitunter Fälle vorkommen können, in welchen, zum Vortheil der Wiſſenſchaft, Unmögliches gefordert wird.

auf die zweite Potenz, alſo $A^2 + 2\,A\,B + B^2 = f^2$, und zieht hievon wieder ab: das vervierfachte Product, mithin $4\,A\,B = 4\,g$, ſo gibt der Reſt das Quadrat der Differenz jener Größen; denn $A^2 - 2\,A\,B + B^2 = f^2 - 4\,g$, und zieht man nun aus dem Quadrat der Differenz die Wurzel des zweiten Grades, ſo erhält man die Differenz ſelbſt; nämlich $A - B = \sqrt{(f^2 - 4\,g)}$. Iſt nun aber, wie hier, ſowohl die Summe als die Differenz zweier Unbekannten gegeben, ſo ſind dieſe ſelbſt leicht zu finden; denn die halbe Summe addirt zur halben Differenz gewährt die eine, mithin $A = \frac{f + \sqrt{(f^2 - 4\,g)}}{2}$, und die halbe Differenz von der halben Summe ſubtrahirt, die andere, — hier $B = \frac{f - \sqrt{(f^2 - 4\,g)}}{2}$, vgl. oben S. 711. Und ebenſo kommt man auch zu gleichem Ziele, wenn man die Form der Gleichung zur Ausziehung der Quadratwurzel befähigt, und dann mittelſt Verſetzung (Transpoſition) den Werth der Unbekannten findbar macht. Setzt man folglich das bekannte Glied der anfänglichen Form, alſo $x^2 + f\,x + g = 0$ hinüber auf die andere Seite des $=$, mithin $x^2 + f\,x = -\,g$, betrachtet dann die beiden unbekannten Glieder der erſten Seite als beide erſte Producte des Quadrats einer zweitheiligen Größe (eines Binomium; ſ. oben S. 701), das erſte (x^2) als das Quadrat des erſten Theils, das zweite ($f\,x$) als das doppelte Product des erſten Theils (x) in den zweiten Theil ($\frac{1}{2}\,f$) und addirt darauf auf beiden Seiten das Quadrat des zweiten Theils hinzu (was weder die Gleichheit nicht aufhebt, noch auf der anderen Seite der Gleichung etwas Unbekanntes entſtehen macht), ſo ergibt ſich eine Gleichung, in welcher das Quadrat einer Form des erſten Grades einer bekannten Größe gleich geſetzt wird; $x^2 + f\,x + \frac{1}{4}\,f^2 = (x + \frac{1}{2}\,f)^2 = \frac{1}{4}\,f^2 - g)$. Jetzt auf beiden Seiten die Quadratwurzel ausgezogen, gewährt eine Form des erſten Grades, nämlich $(x + \frac{1}{2}\,f) = \sqrt{(\frac{1}{4}\,f^2 - g)}$ aus welcher ſich nun, mittelſt einfacher Verſetzung, der Werth der Unbekannten finden läßt; nämlich $x = -\,\frac{1}{2}\,f + \sqrt{(\frac{1}{4}\,f^2 - g)}$, was mit dem Ergebniß des vorigen Verfahrens vollkommen zuſammenſtimmt. In Beziehung auf die zuvor erwähnten ſogenannten unmöglichen Größen fordert z. B. die quadratiſche Gleichung $x^2 - 4\,x + 8 = 0$ (löst man ſie auf $x = 2 + \sqrt{-\,4}$) etwas Unmögliches; nimmt man aber dieſen Ausdruck für eine wirkliche Zahl, ſo vermag er dennoch den Forderungen der Gleichung zu genügen; denn ſtatt x in die Glieder der Gleichung geſetzt, bringt er wirklich 0 hervor *). Daß man ſich auch beim Auflöſen der

---

*) Es wird dann:

reinen quadratiſchen Gleichungen der Logarithmen bedienen könne (wiewohl man in der Regel von ihnen zu dieſem Zwecke keinen Gebrauch macht, wohl aber bei reinen Gleichungen von höheren Potenzen), leuchtet ſchon aus dem Vorhergehenden ein; wenn $x^2 = f$, ſo iſt

$$\frac{2\,L.x = L.f}{L.x = \frac{L.f}{2}} : 2$$

wo man dann, wenn man L . f durch 2 dividirt hatte und für den neuen, durch ſolche Diviſion gewonnenen Logarithmus die Zahl aufſucht, man dadurch den Werth für x erhält. Abgeſehen von jener, auch bei höhergradigen Gleichungen nicht ausbleibenden und hier noch mit neuen Schwierigkeiten vermehrten Unzulänglichkeit vieler quadratiſcher Gleichungen, daß die Coefficienten der Form nicht nur rationale, ſondern ſelbſt lediglich ganze Zahl ſein können, und demungeachtet die Wurzeln der Gleichung nur durch irrationale, oder gar nur durch unmögliche Ausdrücke dargeſtellt zu werden vermögen, ſind die zweitgradigen Gleichungen noch einem anderen Uebelſtande, von der Ungewißheit über den Werth, ob dieſer poſitiv oder negativ ſei, begleitet *) Da man

$x^2 = (2 + \sqrt{-4})^2 = 4 + 4\sqrt{-4} + (-4)$
$-4x = \quad -8 - 4\sqrt{-4}$
$+8 = \quad +8$ was zur Summe gibt, da die unmöglichen Ausdrücke ſich in ihr aufheben:

$4 - 8 + 8 - 4 = 0.$

*) Daß wenn der Coefficient der Unbekannten (x) negativ iſt, $x = y + f$ geſetzt werden muß (oben S. 712) iſt darum nothwendig, weil außerdem die zuvor erwähnten beiden entſtehenden Coefficienten (die Partial-Coefficienten ſ. a. a. O.) mitſammen nicht = 0 werden können. Es ſei a die Summe zweier Zahlen, b die ihrer Quadrate; wie findet man hieraus die Zahlen ſelbſt? Da die Differenz hier nicht gegeben iſt, ſo müſſen wir dafür eine annehmen; ſie ſei y, ſo iſt die große Zahl = $\frac{a+y}{2}$ und die kleine $\frac{a-y}{2}$ (oben S. 714), und, der Forderung der Aufgabe gemäß, haben wir jede dieſer Zahlen zu quadriren und darauf zu addiren; erſtere gibt $\left[\frac{(a+y).(a+y)}{4}\right] = \frac{a^2 + 2ay + y^2}{4}$ und letztere $\left(\frac{a-y}{2}\right)^2 = \left[\frac{(a-y.a-y)}{4}\right] = \frac{a^2 - 2ay + y^2}{4}$ und nun beide Quadrate addirt

$$\begin{array}{l} a^2 - 2ay + y^2 \\ \underline{a^2 + 2ay + y^2} \\ 2a^2 \qquad + 2y^2 \end{array}$$ mithin $\frac{2a^2 + 2y^2}{4} = b$ oder

$$\begin{array}{ll} \frac{a^2 + y^2}{2} = b & \\ \hline a^2 + y^2 = 2b & .2 \\ \hline y^2 = 2b - a^2 & \\ \hline y = \pm\sqrt{(2b - a^2)}. & \end{array}$$

Es iſt alſo das gefundene y der großen Zahl mit dem

nämlich nicht das Quadrat der Unbekannten, ſondern dieſe ſelbſt beſtimmt kennen will, und mithin ſowohl aus dem Werthe, als aus dem Quadrat der Unbekannten die Wurzel ſuchen muß, ſo findet man ſich hierüber, da das Folgern aus dem Zuſammenhange nicht ſelten unzuläſſig iſt, im Zweifel; denn ein poſitives Product geben nicht nur zwei poſitive, ſondern auch zwei negative Factoren (Minus mit Minus multiplicirt gibt +, oben S. 622 ff.), und es kann daher auch eine Wurzel nicht nur poſitiv, ſondern auch negativ ſein.

Es ſei z. B. die Größe eines ſogenannten Vermögens zu beſtimmen, welches, wenn man es um 4 Flor. vergrößert und dann mit der, durch dieſe Addition erhaltenen Summe das Vermögen ſelbſt multiplicirt ein Product gleich 25020000 Fl. gewährt; wie groß iſt das Vermögen? Nach der Regel der Auflöſung quadratiſcher Gleichungen geſucht, war es 5000 Fl. (5004 . 5000 = 25020000). Ob aber dieſe 5000 Fl. poſitives oder negatives Vermögen war [im letzteren alſo, ob es Schulden geweſen]? darüber gibt weder Aufgabe noch Löſung Aufſchluß. Zweifel der Art können nicht obwalten bei den drittgradigen oder cubiſchen Gleichungen, oder Gleichungen des dritten Grades; denn ein negativer Cubus (eine zur dritten Potenz erhobene Zahlengröße) hat auch eine negative Wurzel und ein poſitiver eine poſitive; $(-a^3) = -a^3$ und $(a)^3 = a^3$, und eine Cubikwurzel kann nur eine Plus- oder nur eine Minusgröße, aber nie Beides zugleich ſein.

Eine cubiſche Gleichung — die als ſolche ein höheres Glied in ſich ſchließt, als ein ſolches, in welchem die dritte Potenz der Unbekannten vorkommt — ſtellt, auf 0 gebracht und gehörig geordnet, ſobald der Coefficient des höchſten Gliedes fortgeſchafft worden, eine regelmäßige Form des dritten Grades in einer Gliederung dar, wie ſie nachſtehende Formel veranſchaulicht: $x^3 + a x^2 + b x + c = 0$; mithin geſtaltet wie ein Product aus drei einfachen Formen erſtgradiger Gleichung. Rein iſt die cubiſche Gleichung, wenn ſie nur zwei Glieder, ein bekanntes und ein unbekanntes enthält; z. B $x^3 + a^3 = 0$, deren Wurzel $x = -a$, derer erſter Factor ihrer Form $x + a$ iſt, und in der man ſtatt der Form das Product $(x + a) \cdot (x^2 - a x + a^2)$ ſetzen darf, während der letzte Factor $x^2 - a x + a^2 = 0$ geſetzt:

Pluszeichen $= \frac{a + \sqrt{(2b - a^2)}}{2}$, das der kleinen Zahl hingegen $= \frac{a - \sqrt{(2b - 2^2)}}{2}$ und ſichtlich iſt hier, wie beide Werthe der Wurzel ſich ſowohl Plus als Minus brauchbar zeigen; wäre $a = 10$, $b = 58$, ſo wäre die große Zahl $= \frac{10 + 4}{2} = 7$ und die kleine $= \frac{10 - 4}{2} = 6/2 = 3$; aber die Summe beider Zahlen $= 7 + 5$ iſt $= 10$, und die Summe der Quadrate $= 7 \cdot 7 + 3 \cdot 5 = 49 + 9 = 58$.

$x = \frac{a}{2} \pm \sqrt{(\frac{1}{4} a^2 - a^2)}$ oder kürzer $x = \frac{a}{2} \cdot (1 \pm \sqrt{-3})$ gibt. Ebenſo auch $x^3 - a^3 = 0$. Denn hier iſt, wie leicht einzuſehen, $x = a$ eine Wurzel für ſie, $x - a$ daher ein Factor ihrer Form, die, dividirt, als das Product beider Factoren $x - a$, $x^2 + a x + a^2$ hervorgehend $= 0$ wird, wenn der letzte Factor $x^2 + a x + a^2 = 0$ geworden. Hieraus aber entſteht eine quadratiſche Gleichung, deren Wurzeln $x = \frac{a}{2}(-1 + \sqrt{-3})$ und $x = \frac{a}{2}(-1 - \sqrt{-3})$ ſind. Iſt daher eine cubiſche Gleichung **rein**, ſo iſt ſie auch ebenſogut aufzulöſen, als eine quadratiſche; indem man nur zunächſt das x allein auf die eine Seite des = zu bringen, und dann die Cubikwurzel (S. 662 Anm.) auszuziehen hat (und ebenſo verfährt man auch bei der, mit Hülfe der Logarithmen zu vollziehenden, Auflöſung **höherer** Gleichungen). **Unreine** oder **vollſtändige** cubiſche (und höhere) Gleichungen hingegen laſſen ſich in erwähnter Weiſe nur in Fällen auflöſen, in welchen, mit Ausnahme des letzten Gliedes, alle Glieder, gemäß dem Geſetze der gliedernden Bildung eines Cubus (ꝛc.) aus einem **Binom** (**Zweitheilung** oder zweitheiligen Größe) hervorgegangen ſind (z. B. $x^3 + 3 x^2 + 3 x$), da man dann, nach demſelben Geſetze, das letzte Glied leicht zu ergänzen, die Cubikwurzel auszuziehen und das Ganze leicht zum Gleichungsſchluſſe zu bringen vermag. Läßt ſich hiebei, ſo wie überhaupt bei **reinen** cubiſchen Gleichungen, der $\sqrt[3]{}$ nicht genau angeben, ſo muß man ihn durch Näherung ſuchen; die Wurzel iſt dann irrational und nicht völlig genau beſtimmbar; S. 625 ff. In allen **reinen** cubiſchen Gleichungen findet ſich nur **eine** entweder poſitive oder negative **mögliche** Wurzel der Unbekannten $\left(\frac{x^3 = a}{x = \sqrt[3]{a}}\right)$ die übrigen Wurzeln ſind **unmögliche**. In $x^3 = 343$ iſt, da $\sqrt[3]{x^3} = \sqrt[3]{343}$, der Werth von $x = 7$; in $x^3 = \frac{64}{125}$ iſt $\sqrt[3]{x^3} = \sqrt[3]{\frac{64}{125}}$ und nun ausgezogen $x = \frac{4}{5}$ (denn $\sqrt[3]{64}$ iſt $= 4$ und $\sqrt[3]{125} = 5$). Dividiren wir aber die ganze Gleichung, um die gefundene Wurzel verminderte, durch x, ſo erhält man eine quadratiſche Gleichung $= x^2 + 4 x + 16 = 0$*), die aufge-

*) Iſt $x = 4$, ſo iſt $x - 4 = 0$ und, da $x^3 = 64$, ſo iſt auch $x^3 - 64 = 0$. Dividirt man nun $x^3 - 64 = 0$ durch $x = 4 = 0$ (und dieß iſt vollſtändig möglich, weil der Werth von $x = 4$, und weil, wenn man in der Gleichung ſtatt $x^3 - 64 = 0$ den Werth $x = 4$ ſubſtituirt, die Gleichung dann auch wirklich $= 0$ wird) ſo erhält man die **quadratiſche Gleichung** $x^2 + 4 x + 16 = 0$, wie die Rechnung zeigt:

löst 2 Werthe für x gibt, nämlich $x = -2 + \sqrt{-12}$ und $x = -2 - \sqrt{-12}$, welche beide unmögliche Größen ſind, die jedoch auch, obgleich an ſich unbrauchbar, wenn $x = 64$ geſetzt, jede derſelben dreimal mit ſich ſelber multiplicirt wird, die Gleichung $+ 64$ (nämlich $x^3 = 64$) zum Producte geben; bringt man aber alle 3 Wurzeln auf 0 und multiplicirt ſie dann miteinander, ſo erhält man auch die Gleichung $x^3 = 64$. **Vollſtändige** cubiſche Gleichungen enthalten, außer dem Cubus der **Unbekannten**, 1) das Quadrat **derſelben**, 2) ſie ſelbſt und 3) noch eine bekannte Größe; wie z. B. $x^3 + q x^2 + 20 x = -12$, auf 0 gebracht eine vollſtändige cubiſche Gleichung, die, allgemein ausgedrückt, nachſtehende Form gewänne: $x^3 \pm p x^2 \pm q x \pm b = 0$, wo p, q und b bekannte poſitive oder negative Zahlen und ebenſo Brüche bezeichnen können. Der Verfahren, ſolche und überhaupt höhere Gleichungen aufzulöſen, gibt es mehrere, denn ſeit **Scipio**, **Fereus** und **Cardan** für die cubiſche, **Ferrari** und **Bombelli**, **Descartes** und dann **Euler** für die **biquadratiſchen** und **Cagnoli** für noch höhere Gleichungen hieher gehörige beſondere Regeln erfanden, und ſeit man mittelſt **Elimination** (Wegſchaffung, Vertreibung), ſei es durch Subſtitution, ſei es durch Einhüllung einer Unbekannten, hieher gehörige Aufgaben zu löſen ſtrebte, und in letzterer Hinſicht **Newtons** Regeln, **Bezouts** und **Lagranges** Verfahren befolgte, hat man eines oder das andere dieſer Verfahren theils unverändert in Gebrauch genommen, theils ſie zu vervollkommnen geſucht. In dieſer Hinſicht auf die Lehrbücher der Analyſis verweiſend, genügt es, hier Vorſtehendem noch Folgendes, theils die cubiſchen, theils die noch höheren Gleichungen betreffend, beizufügen:

aa) Jede **unmögliche** Größe iſt durch $p \pm q \sqrt{-1}$ ausdrückbar; die **Summe** von je zwei unmöglichen Wurzeln iſt eine mögliche, ihre **Differenz** eine unmögliche Größe; **imaginäre Wurzeln** ſind nur **paarweiſe** vorhanden; ſ. oben S. 714. Ebenſo drückt auch $\alpha + \beta \sqrt{-1}$ eine unmögliche Größe aus, und wenn man nach **Gauß** $\sqrt{-1}$ mit ι bezeichnet, auch $\alpha + \beta \iota$, wo dann α

---

x — 4) x 5 — 64 x² + 4 x + 16
x 5 — 1
+ 4 x² — 64
+ 4 x² — 16 x
+ 16 x — 64
+ 16 x — 64
0   0

die da Diviſor und Dividend = 0 waren, = 0 ſein muß, und die nun (nach der früher ertheilten Anleitung) aufgelöst $(-2 + \sqrt{-12})^3 = 64$ und $(-2 - \sqrt{-12})^3 = 64$ gibt.

und β **reelle** Größen bedeuten, und die beiden imaginären Ausdrücke $\alpha + \beta$ und $\gamma + \delta\iota$ ſind einander gleich, wenn erſtens die reellen Theile und zweitens die Coefficienten von ι, mithin β und δ einander gleichen. In der Gleichung $\alpha + \beta\iota = \gamma + \delta\iota$ ſind $\alpha = \gamma$ und $\beta = \delta$ **reelle Gleichungen**. Verſchwindet in dem imaginären Ausdruck $\alpha + \beta\iota$ der Coefficient $\beta\iota$, ſo gilt das Glied $\beta\iota$ gleich Null, und von dem Ausdrucke ſelbſt wird dann vorausgeſetzt, daß er der **reellen** Größe α gleich ſei. Hienach ſind in den unmöglichen Ausdrücken die **möglichen** miteinbegriffen; ſ. oben aa) S. 715.

bb) Jede **geordnete** Gleichung, deren erſtes Glied = x^n, iſt in n **Binomial-Factoren** zerlegbar, und hat n Wurzeln; oben S. 718. Beiſpiele von **Binomialgrößen** oder **Binomien** (Zweitheilungen) gewähren a + b, 2 + $\sqrt{3}$ ꝛc. Die Verbundenheit der beiden Theilgrößen zeigt das + an, die Größe ſelbſt wird aber ſtets als eine verhältlich ſelbſtſtändige in Rechnung genommen; daher die ſchon von **Euklides** verſuchte Eintheilung des **Binomium** *), die Unterſcheidung **binomiſcher Wurzeln**

---

*) **Euklides** forderte, im zehnten Buche ſeiner Elemente, daß entweder beide Theile, oder doch wenigſtens der eine irrational ſei, und dieſem gemäß ließ man die Binominalgrößen in verſchiedene Abtheilungen zerfallen; nämlich in ſolche, in denen der **größere** Theil eine Rationalzahl, der kleinere irrational, jedoch alſo beſchaffen ſei, daß der Unterſchied ihrer Quadrate ſelber ein Quadrat iſt (z. B. 8 = $\sqrt{15}$; wo der Unterſchied ihrer Quadrate 64 und 15 ſelber ein Quadrat, nämlich das der Wurzel 7, d. i. 49 darſtellt); man nannte dieſes ein Binomium **erſten** Ranges. Das des **zweiten** forderte, daß das **kleinſte** Glied eine Rationalzahl ſei, daß aber die Quadratwurzel der Differenz der Quadrate beider Glieder zu dem größten Glied ein Verhältniß habe, welches ſich mit ganzen Rationalzahlen ausdrücken laſſe; z. B. 10 + $\sqrt{180}$. Das des **dritten**: beide Glieder ſind Irrationalzahlen; die Quadratwurzel der Differenz ihrer Quadrate ſteht zum erſten Gliede im Verhältniß in einem durch ganze Rationalzahlen ausdrückbaren Verhältniß; z. B. $\sqrt{10}$ + $\sqrt{18}$. Das des **vierten**: das größte Glied iſt eine Rationalzahl, die Quadratwurzel aber vom Unterſchiede der Quadrate beider Glieder hat zu jenem Gliede **kein** in ganzen Rationalzahlen ausdrückbares Verhältniß; z. B. 3 + $\sqrt{3}$. Das des **fünften**: das kleinſte Glied iſt eine Rationalzahl, die Quadratwurzel der Differenz der Quadrate beider Glieder ſteht zu dem größten in keinem Verhältniß, welches ſich in ganzen Rationalzahlen ausdrücken läßt; z. B. 2 + $\sqrt{7}$; und das des **ſechsten**: beide Glieder ſind Irrationalzahlen, es hat aber die Quadratwurzel des Unterſchiedes der Quadrate beider Glieder zu dem größten kein in ganzen Zahlen ausdrückbares Verhältniß; z. B. $\sqrt{2}$ + $\sqrt{7}$. **Euklides** entwickelte übrigens die Lehre vom Binomium blos mittelſt **Linien**. Derſelbe große Mathematiker führte auch, und ebenfalls nur mit Linien rechnend, dem Binom entgegen das **Apotom** ein, d. i. der aus der Verbindung zweier Glieder durch das Minuszeichen entſpringende Reſt; alſo eine Subtractionsgröße (ſtatt der Additionsgröße) die wird, wenn die hiebei in das Subtractionsverhältniß tretenden Glieder Dignitäten haben, deren gegenſeitiges Verhältniß

von nichtbinomiſchen ꝛc., und endlich auch der von Newton erfundene binomiſche Lehrſatz (Theorema Binomiale), und was zu dieſem führt und ſich auf ihn ſtützt. Als Beiſpiel einer binomiſchen Wurzel (ſ. unten) möge die Zahl 28 dienen; ſie iſt nämlich = 20 + 8 (während z. B. 1219 ein Quadrinomiſche durch 1000 + 200 + 10 + 9 ihren Theilen nach zu bezeichnen ſtände. In Beziehung auf Binomial-Coefficienten Folgendes: Um z. B. a + b auf die Potenz eines beſtimmten, als ganz poſitive Zahl (n) zu betrachtenden Exponenten zu erheben, bildet man eine Reihe von Gliedern, in welcher das Anfangsglied eine ebenſo hohe Potenz des erſten Theiles (a^n) enthält, jedes folgende (z. B. erſte) Glied aber eine Potenz deſſelben erſten Theiles darſtellt, deren Exponenten jedoch, an jener anfänglichen Höhe bereits ſo viele Einheiten abgehen, als die Zahl des Gliedes enthält (z. B. a^{n-r}) nebſt einer Potenz des zweiten Theils, deren Exponent genau ſo viel Einheiten enthält, als die Zahl des Gliedes (b^r). Jedes Glied erhält nun einen Coefficienten, der ſtets

---

ſich in (ganzen) Zahlen ausdrücken läßt, und auch hier unterſchied er ſechs Abtheitheilungen, nämlich: 1) die größte Zahl iſt eine Rationalzahl, die Differenz der Quadrate beider Zahlen iſt eine Quadratzahl; z. B. 3 — $\sqrt{5}$; 2) das kleinſte Glied iſt eine Rationalzahl, das Verhältniß der Quadratwurzel der Differenz beider Zahlen-Quadrate zur größten Zahl iſt ganzzahlig; z. B. $\sqrt{18}$ — 4; 3) beide Glieder ſind Irrationalzahlen, das Verhältniß der Quadratwurzel der Quadratedifferenz zur größten, wie bei 2, z. B. $\sqrt{24}$ — $\sqrt{18}$; 4) das größte Glied iſt eine Rationalzahl, die Quadratwurzel der Quadratedifferenz ſtehen zu demſelben in keinem ganzzahligen Verhältniß; 4 — $\sqrt{3}$; 5) die kleinſte Zahl iſt Rationalzahl, die Quadratwurzel vom Unterſchiede der Quadrate beider Zahlen ſteht zur größten Zahl ebenfalls in keinem ganzzahligen Zahlenverhältniß; z. B. $\sqrt{6}$ — 2; endlich 6) beide Zahlen ſind Irrationalzahlen, die Quadratwurzel vom Unterſchiede der Quadrate beider Zahlen ſteht zum größten Gliede in keinem ganzzahligen Verhältniß; z. B. $\sqrt{6} - \sqrt{2}$. Petrus Ramus hielt dieſe Charakteriſtiken und deren Gebrauchsverwerthung für gänzlich unnütz und zeitverderbend; Kepler hingegen bemerkt in der Vorrede zu ſeiner Harmonia mundi: daß gerade darin der Grund zur richtigen Erkenntniß des Weltgebäudes liege; denn wie Euklides die Erkenntniß der Irrationallinien zum Beweiſe der Eigenſchaften der fünf regulären mathematiſchen Körper (oben S. 609 Anm. u. ff.) benutzt habe, ſo laſſe ſich auch daraus, fährt K. in ſeinem Myſterium cosmographicum fort, der Grund der Zahl der Planeten und der Größe des Weltgebäudes, ſowie (wie er in ſeiner Harmon. mundi auseinanderſetzt) jener ihrer harmoniſchen Proportion darthun. Die älteren Mathematiker nannten übrigens die Apothemen auch Residua binominalia, oder auch ſchlechthin Residua. — Newton erfand die den Namen binomiſcher Lehrſatz führende algebraiſche Formel, um darzuthun: aus welchen Theilen jede Potenz einer zweitheiligen Wurzel a + b beſtehe, und wie aus einer zweitheiligen Größe jede Wurzel vom verlangten Grade m auszuziehen ſei. Eine binomiſche Wurzel iſt ebenfalls eine zweitheilige Größe; wird ſie zur zweiten oder dritten Potenz erhoben, ſo wird dabei klar: wie ein Quadrat oder ein Cubus erwächst.

ein Bruch ſein muß, deſſen Zähler und Nenner Producte aus benachbarten Zahlen ſind, und in deſſen Zähler das Product immer mit dem Grade der vorgeſchriebenen Potenz ſelbſt (als dem höchſten Factor) beginnt, während es durch ſich fortdauernd um eine Einheit mindernde Factoren fortſchreitet, bis es zu einem Factor angelangt oder vielmehr herabgekommen iſt, der vom Grade der Potenz ſchon ſo viele Einheiten verloren hat, als die um eine Einheit verringerte Zahl des Coefficienten andeutet; der alſo z. B. von n bis zu n — (r — 1) herabgekommen. Im Nenner fängt das Product mit der Einheit an, und geht, durch alle folgendlich größere Zahlen bis auf jene des Coefficienten ſelbſt fort, indem dieſer den letzten ſeiner Factoren darſtellt (alſo von 1 bis r). Man bezeichnet jetzt gewöhnlich den Quotienten durch ${}^{a}{}_{n}$, wo dann ${}^{a}{}_{n}$ den Binomial-Coefficienten, n den Zeiger und a jene, dieſem Zeiger zugehörige Zahl darſtellt; lautend a mit dem Zeiger n, wie Obiges aus nachſtehender Formel erhellt:

$$\frac{a \,.\, (a - 1) \,.\, (a - 2) \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\, [a - (n - 1)]}{1 \,.\, 2 \quad 3 \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\, \quad n};$$

daß n in ${}^{a}{}_{n}$ eine ganze Zahl und > 1 ſein muß, ergibt ſich aus dem Vorhergehenden. Es iſt übrigens α) ${}_{a}{}^{n} - 0$, wenn a eine ganze Zahl und $< n$ iſt; es ſind β) zwei Binomial-Coefficienten, welche derſelben Zahl zugehören, $=$, wenn die Größe der Summe ihrer Zeiger jene der Zahl erreicht (mithin ${}^{a}{}_{n} = {}^{a}{}_{a-n}$) und γ) es kommt die Summe zweier derſelben Zahl a zugehörigen Binomial-Coefficienten, wenn ihre Zeiger um 1 verſchieden ſind, jenem Binomial-Coefficienten gleich, welcher den größeren der Zeiger als Zeiger, und die um 1 größere Zahl als die dieſem Zeiger zugehörige enthält; wo dann mithin ${}^{a}{}_{n} + {}^{a}{}_{n} - 1 = (a + 1)\, n$ iſt. Iſt, in Beziehung auf den binomiſchen Lehrſatz, m eine ganze Zahl, ſo iſt

$$(a + b)^m = a^m + m \,.\, a^{m-1}\, b + {}^{m}{}_{2} \,.\, a^{m-2}\, b^2 + {}^{m}{}_{3}\; a^{m-3}\, b^3 \,.\,.\,.\,.\, + m\, a\, b^{m-1} + b^m.$$

Und iſt $a + b = a \left(1 + \frac{b}{a}\right)$, ſo iſt $(a + b)^m =$

$$\left[a \,.\, \left(1 + \frac{b}{a}\right)\right]^m = a^m \,.\, \left(1 + \frac{b}{a}\right)^m.$$

cc) Man ordnet Gleichungen, indem man x^n (d. i. mit höchſter Potenz von x) als erſtes Glied mit x und ohne den Coefficienten ſetzt, den übrigen Gliedern aber die Form ganzer Zahlen ertheilt; um dabei ſtatt $- x^n$ zu erhalten: $+ x^n$, ändert man die Zeichen aller Glieder in die entgegengeſetzten, und iſt $f\, x^n$ gegeben und f

gemeinſchaftlicher Factor, ſo verſchwindet dieſer durch Diviſion.

In allen übrigen Fällen macht man $x = \frac{y}{f}$, ſubſtituirt dieſen Werth in der vorliegenden Gleichung und hebt die Brüche durch Multiplication auf. Wurzeln einer Gleichung, welche nur ganzzahlige Coefficienten haben, vermag keine Art von Bruch genau auszudrücken.

dd) Fällt eine Wurzel $\pm a$ zwiſchen 2 Zahlen $\pm g$ und $\pm k$, in der Art: daß $\pm a < \pm g$, aber $\pm a > \pm k$ iſt, ſo bilden g und k die Grenzen der Wurzel, hier der Wurzel a, während (hier) g die größte, k aber die kleinſte Wurzelgrenze darſtellt. Es ſeien -2, -10 und -12 die drei Wurzeln einer cubiſchen Gleichung, ſo iſt (bezogen auf ganze Zahlen) -1 die kleinſte Minusgrenze $= -k$ und -11 die größte Minusgrenze $= -g$; dagegen $+13$ die größte Plusgrenze $= +g$. Die Kenntniß ſolcher Grenzen erleichtert die Prüfung: welcher der Factoren des letzten Gliedes einer Gleichung eine reelle (rationale oder irrationale) Wurzel ſei? um ſo mehr: je enger die Grenzen ſind. Bei cubiſchen Gleichungen werden die Wurzelgrenzen durch leichte algebraiſche Kunſtgriffe entdeckt. Es hat nämlich jede drittgradige Gleichung, in welcher das dritte Glied fehlt oder weggeſchafft worden, eine von folgenden drei Hauptformen:

1) $x^3 + m x - p = 0$; 2) $x^3 - m x - p = 0$ und 3) $x^3 - m x + p = 0$.

Geſetzt die Gleichung hätte die erſte dieſer Formen und wäre $x^3 + 5 x - 42 = 0$ (wo dann die eine Wurzel $= +3$ iſt), ſo würde $g = \sqrt[3]{42} = 3{,}476\ldots$ und $k = \frac{42}{5 + 12{,}08} = 2{,}4\ldots$ ſein, nach folgender Regelung: iſt $x^3 + m x = p$, ſo iſt x^3 an ſich $=< p$ oder $= x < \sqrt[3]{p}$, alſo $\sqrt[3]{p} = g$ (größte Grenze), und da nun $x < \sqrt[3]{p}$, mithin auch $x^2 < \sqrt[3]{p^2}$ und $x^3 < x \sqrt[3]{p^2}$, ſo iſt auch $x \sqrt[3]{p^2} + m x > p$ oder $x (m + \sqrt[3]{p^2}) > p$, oder $x > \frac{p}{m + \sqrt[3]{p^2}}$ das iſt $\frac{p}{m + \sqrt[3]{p^2}} = k$ (kleinſte Grenze).

ee) In Beziehung auf „Finden der Wurzel durch Näherung" gewähren zwei Zahlen, welche man nach und nach in einer Gleichung ſtatt x ſubſtituirt, Ergebniſſe mit entge-

gengeſetzten Zeichen, ſo darf man annehmen, daß zwiſchen den zwei Zahlen mindeſtens „eine" reelle Wurzel der Gleichung vorhanden ſei.

ff) Während bei den reinen cubiſchen Gleichungen von den drei Werthen für x, oder von den drei Wurzeln, ſtets zwei unmöglich ſind, können bei den vollſtändigen drittgradigen Gleichungen alle drei ſehr wohl möglich ſein, und ſind es auch nicht ſelten; wie denn z. B. die unreine cubiſche Gleichung $x^3 + 9x^2 + 20x + 12 = 0$ die drei möglichen Wurzeln $x = -1$ $x = -2$ und $x = -6$ hat, während ſie ſelbſt durch Multiplication aller drei (auf 0 gebrachten) Factoren, nämlich durch $(x + 1) . (x + 2) . (x + 6)$ entſtanden iſt.

gg) Sind alle Wurzeln negativ, ſo ſind es auch alle Glieder der auf 0 gebrachten Gleichung, und haben mithin das +zeichen; ſind hingegen alle Wurzeln poſitiv, ſo wechſeln die Zeichen ab; oben S. 706. Es läßt ſich hieraus folgern: daß, ſo oft ſolcher Zeichenwechſel in der auf 0 gebrachten Gleichung ſtatt hat, ſo viele poſitive Wurzeln, und ſo viel „gleiche (+ oder —) Zeichen" aufeinander folgen, ſo viele negative Wurzeln befinden ſich in der Gleichung. In der Gleichung: $x^3 - 6x^2 + 11x - 6 = 0$ wechſeln die Zeichen dreimal, und alle drei in ihr vorhandenen Wurzeln (+ 1, + 2 und 3 x) ſind poſitiv; in $x^3 + 6x^2 + 11x + 6 = 0$ folgen einander dreimal gleiche Zeichen, und alle drei Wurzeln ſind negativ; endlich in $x^3 - x^2 - 10x - 8$ wechſeln die Zeichen; nämlich einmal der Wechſel von + und — in $x^3 - x$; und noch zwei Folgen von Zeichen; mithin wird dieſe Gleichung nur eine poſitive, aber zwei negative Wurzeln enthalten; jene iſt + 4, dieſe ſind — 1; — 2.

hh) Haben die Wurzeln verſchiedene Zeichen, ſo muß, weil auch die Addition der Plus- und Minusgrößen Summen hervorgehen läßt, die Summe auch algebraiſch betrachtet werden; außerdem ergibt ſich ſchon aus der näheren Würdigung cubiſcher Gleichungen, daß ſich in ihrem zweiten Gliede die Summe der den Wurzeln entgegengeſetzten Größen befindet; im dritten die der Wurzeln (aber paarweiſe genommen), und im vierten oder letzten das Product aus allen drei Wurzeln; ein Ergebniß, das ſowohl die Auflöſung der cubiſchen wie jene der höheren Gleichungen erleichtert.

ii) Die bereits berührte Wegſchaffung des zweiten Gliedes der cubiſchen Gleichung läßt ſich auf folgende Regel zurückführen: ſetze ſtatt x eine andere Unbekannte, ein y, addire hinzu den dritten Theil des Coefficienten des zweiten Gliedes,

mit einem Zeichen, welches das entgegengeſetzte von jenem iſt, das dem zweiten Gliede in der Gleichung zukam. Setzt man dann wieder, ſtatt ſolchen y, die Gleichung: y + 1, oder y + 2 ꝛc., und ſubſtituirt es dann gehörig, oder vermehrt man die Wurzel um eine Zahl, ſo kann man dadurch das zuvor hinweggeſchaffte zweite Glied, oder überhaupt jedes vorher entfernte Glied, nach und nach wieder in die Gleichung bringen. Entfernung des zweiten Gliedes kürzet die Rechnung mit den Wurzeln der Gleichung. Wegſchaffung des dritten oder vierten Gliedes nützet gemeinhin nicht ſonderlich viel; aber nicht alle Zwiſchenglieder (d. h. nicht alle zwiſchen dem erſten und letzten Gliede befindlichen Glieder) laſſen ſich entfernen oder wegſchaffen (was, wenn es möglich wäre, freilich alles hieher gehörige Rechnen mit Gleichungen ſehr vereinfachen würde), ſondern nur jene, in welchen ein x zugegen iſt.

kk) Rückwirkende oder zurückwirkende oder reciproke Gleichungen nennt man jene, deren Glieder rückwärts dieſelben Coefficienten haben, wie vorwärts. Ihre allgemeine Form oder Gliederung iſt:

$$\ldots x^n + \alpha x^{n-1} + \beta x^{n-2} + \gamma x^{n-3} + \ldots + \gamma x^3 \pm \beta x^2 + \alpha x + 1 = 0.$$

Sie heißt rückwirkend, weil, wenn ſie a zur Wurzel hat, auch $\frac{1}{a}$ in derſelben Gleichung als Wurzel zugegen iſt. Iſt n eine ungrade Zahl, ſo iſt ∓ 1 eine Wurzel der rückwirkenden Gleichung, je nachdem die oberen oder unteren Zeichen gelten; ſie hat dann, als rückkehrende Gleichung von ungradem Grade, den Binomialfactor $x \pm 1$ und wird mithin mittelſt Diviſion durch dieſen Factor auf eine abermals reciproke, aber um einen Grad erniedrigte Gleichung gebracht.

C. α) Entwickelt heißt eine Gleichung, in deren einzelnen Theilen oder Ausdrücke nur Potenzen der Hauptgröße von ganzen und poſitiven Exponenten, beliebig multiplicirt oder dividirt durch andere Nebengrößen, vorkommen. Schafft man durch Verſetzung (Transposition) alle Glieder ſolcher Gleichung auf die eine Seite des = herüber, ſo daß auf der anderen Seite nur 0 bleibt, und befreiet man dann, durch Diviſion aller Glieder mit der nämlichen Zahl, das höchſte Glied von ſeinem Coefficienten, ſo erhält man einen Ausdruck, der geſetzlich geordnet, die Grundform der Analyſis (Auflöſungskunſt), d. i. Beſtimmung unbekannter Größen durch Vergleichung, oder die Wiſſenſchaft vom Auffinden unbekannter Wahrheiten aus bekannten oder durch (einige) bekannte gewährt. Sie hat zum Gegenſtand entweder gegebene endliche

(d. h. durch einen beſtimmten Ausdruck nachweisbare) Größen, und lehrt durch dieſe andere annoch unbekannte Endliche finden, und heißt dann Auflöſungs-Kunſt der oder des Endlichen (Analysis finitorum) oder übergroße und unterkleine, als ſolche an ſich keinen beſtimmten Ausdruck zulaſſende Größen, und führt dann die Benennung Auflöſungskunſt (durch Unendliche oder mittelſt) der oder des Unendlichen (Analysis infinitorum) oder Infiniteſimal-Rechnung. Was die Alten Hiehergehöriges geleiſtet, betrifft oder berührt die erſtere; letztere erfanden Leibnitz und Newton; erſterer machte jedoch zuerſt die Elemente derſelben bekannt, Newton lehrt ein ähnliches Verfahren in ſeinen Philosophiae naturalis principia mathematica *).

Es zerfällt die Analyſis des Unendlichen zunächſt in Differenzial- und Integral-Rechnung oder Calcul, von denen die erſtere lehrt: aus der Vergleichung endlicher Größen die Unterkleinen (oder Unendlichkleinen) zu finden, die letztere dagegen zur Aufgabe hat: aus der Vergleichung der Unterkleinen die Erkenntniß der Endlichen zu berechnen.

β) Differentiale oder Differential-Größen nannte Leibnitz den Unterſchied zweier nächſt aufeinander folgender Werthe einer veränderlichen Größe **), darunter begreifend jene unendlich kleine (unterkleine) Größe, um welche eine veränderliche Größe anfängt, oder aufhört ſich zu verändern. Da nun aber eine Differential (oder Unterkleine) kleiner, als irgend eine bezeichnungsfähige gegebene, alſo als irgend eine endliche Größe und mithin auch, rückſichtlich einer Endlichen, durchaus unbeſtimm-

---

*) Urheber des Streites über das Recht an der Erfindung der Analyſis des Unendlichen (ſo wird dieſer Theil der höheren Mathematik gewöhnlich genannt), ob Leibnitz oder Newton der Erfinder, ſind Nicolaus Fatio de Duillier aus Genf, und Keill aus England, im Jahr 1708.

*) Es ſind die in einem Ausdruck (oder in einer Gleichung) mittelſt verſchiedener mathematiſcher (niederer und höherer arithmetiſcher) Verrichtungen verbundenen Größen entweder ſolche, deren Werthe ſich beliebig veränderlich zeigen, oder ſolche, welche bei aller Werthsänderung der Veränderlichen ſtets denſelben Werth behalten; erſtere heißen daher veränderliche oder variable, letztere beſtändige oder conſtante Größen, oder erſtere Variable (Veränderliche) und letztere Conſtante (Beſtändige, weder der Zunahme noch der Abnahme fähige Größen). Die Veränderlichen bezeichnet man mit x, y, z, . . . die Beſtändigen mit a, b, c, . . und inſofern man vorzugsweiſe den (in Folge des Zugegenſeins der mit x bezeichneten Variabeln) veränderlichen Werth des Ausdrucks $\sqrt{(a x - x^2)}$ oder der dieſem gleichen Größe y berückſichtigt, nennt man (zunächſt von den Conſtanten, hier von a des Ausdrucks abſehend) x die unabhängige Variable, y aber die abhängige und ſelbſt wieder veränderliche Größe, oder die Funktion vor x.

bar iſt, ſo iſt ſie auch nicht zu vergleichen mit jener veränderlichen Endlichen, zu der ſie gehört, die ſie mithin um ein meßbars Endliches weder mindert, wenn ſie ihr entnommen, noch mehrt, wenn ſie ihr zugeſetzt wird; es ſei denn daß man ſie in einem wie in dem anderen Falle unendlich oft mitnehme oder beifüge. Nichtsdeſtoweniger vermag jedoch ein Differential, da es doch immer eine Größe iſt, gegen ein anderes Differential alle Verhältniſſe darzubieten und zu entwickeln, welche zwiſchen Endlichen möglich ſind, und folglich kann ſich ein Differential auch als eine veränderliche Größe bewerthen, die beſtändig wächst oder ununterbrochen abnimmt, und die mithin als ſolche ſelbſt wieder ihr Differential, genannt Differential des zweiten Grades, und, im Falle auch dieſes zweitgradige Differential in ähnlicher Weiſe veränderlich iſt, ein Differential des dritten Grades ꝛc. hat. Zu dieſen Größen nun erfand Leibnitz die unter dem Namen Differential-Rechnung (von ihm genannt: Calculus differentialis et summatorium) bekannte Rechnungsgattung. Newton wurde durch das von ihm zwar nicht erfundene, wohl aber vorzüglich ausgebildete Verfahren: die krummen Linien zu betrachten als ſeien ſie zuſammengeſetzt aus unendlich vielen geraden Linien, auf dieſelbe Erfindung geleitet, und ſeinem Nachdenken wie jenem des Leibnitz, erwuchs die Fluxions- und Differential-Rechnung. Vorausſetzend daß jede geometriſche Größe vorſtellbar ſei durch Bewegung oder Fließung, alſo die Linie durch Fließung des Punktes, die Fläche durch Fließen der Linie, der mathematiſche Körper durch Fließen der Fläche *), ein Winkel durch Drehung eines Schenkels um ſeine Spitze ꝛc., nannte Newton jene Größe, welche durch eine dergleichen Fließung einer anderen Größe erzeugt wird, ein Fließendes (Fluens); jene Geſchwindigkeit hingegen, welche ſolche Bewegung in einem beſtimmten Augenblicke der Zeit hat, ſie war es eigentlich, die er durch den Ausdruck Fließung (Fluxio) bezeichnete. Dieſe Geſchwindigkeit ſteht aber ſtets im Verhältniß der Zu- oder Abnahme, die in gegebener Zeit erzeugbar wird, ſofern die Bewegung mit derſelben Geſchwindigkeit gleichförmig vor ſich ginge, und denke man ſich z. B. in Fig. 14 (Taf. I) e dem m möglichſt nahe ſtehend, ſo kann die wirkliche Fließungszunahme (oder das wirkliche Increment) e m, um welches der fließende Bogen a m innerhalb einer gewiſſen Zeit gewachſen iſt, als unendlich klein gedacht werden; aber dieſes vorausgeſetzt,

*) Linien ſind Größen der erſten Dimenſion (S. 118 Anm.), Flächen der erſten und zweiten Körper: Größen von drei Dimenſionen.

muß auch die Differenz der Geſchwindigkeiten des fließenden Punktes in e und m unendlich klein ſein, und darf mithin auch die unendlich kleine Zunahme e m betrachtet werden: als ob es dadurch erzeugt worden, daß die Bewegung des fließenden Punktes mit der Geſchwindigkeit, die derſelbe in e hatte, eine unendlich kleine Zeit hindurch gleichförmig vor ſich gegangen ſei. In dieſem Sinne nun nannte **Newton** ſolch unendlich kleine Zu- oder Abnahme (Increment oder Decrement) ein **Moment**, während **Leibnitz** ſie durch den Ausdruck Differentialgröße, oder ſchlechthin **Differential** (oder auch Element) bezeichnete.

γ) Schon früher (oben S. 617) wurde darauf hingewieſen, daß die Ausdrücke **unendlich groß** und **unendlich klein** nicht durch Vergleichung gewonnen und mithin nicht auf Verſtandesbegriffe geſtützt, und daher **uneigentlich** ſein *), ſondern ſich vielmehr zunächſt auf Vernunftbegriffe (**Vernunftfaſſungen**) oder **Ideen** bezögen. Zugleich iſt aber auch bereits bemerkt worden, daß eine **unendlich kleine Größe** oder **unterkleine Größe** aufgefaßt werden muß: als eine der Null (0) unendliche nahekommende. Man kann Größen dieſer Gattung verſchiedentlich bezeichnen, gewöhnlich iſt es aber, ſie durch den Ausdruck $\frac{1}{\infty}$ kenntlich zu machen. Iſt der Zähler eines Bruches ein endlich großer, ſein Nenner aber unendlich klein, oder ſtatt deſſen gar $= 0$, ſo iſt er eine **unendlich große** oder **übergroße Größe**. Geſetzt $\frac{a}{z}$ ſtelle ſolchen Bruch vor, ſo würde derſelbe gleichwerthig ſein $\frac{a}{\frac{1}{\infty}}$ oder, da man 0 als die kleinſte der Unterkleinen betrachten darf, $= \frac{a}{0}$, mithin (da bei dieſer Vorausſetzung 0 in a als unendlichmal enthalten zu ſetzen iſt, als a dividirt durch 0) $= \infty$ und, da jeder Bruch ein Verhältniß zweier Zahlen ausdrückt, als $a : \frac{1}{\infty}$; das heißt: a mag ſein ſo endlich groß oder ſo endlich klein, als man will, ſtets wird es unendlich groß oder **übergroß**

*) Denn man mag ſich z. B. eine Zahl noch ſo groß vorſtellen, ſo kann man ſie ſich doch auch zugleich als vervielfältigungsfähig (verdoppelbar, verdreifachbar ꝛc.) denken, und ebenſo eine auch noch ſo kleine Zahl als eine noch minderungsfähige. Dieſes Verſtandesverhältniß des Denkenden zu den denkbaren Größen wegen, ſind oben (unter β) die Ausdrücke **übergroß** und **unterklein** gewählt worden.

ſein gegen das unendlich Kleine oder Unterkleine. Daſſelbe gilt von a : 0, daher auch von z. B. $\frac{10}{0} = \frac{10}{\frac{1}{\infty}} = \infty$ oder $\frac{1}{\frac{1}{\infty}}$ oder $\frac{1}{0} = \infty$. Für jede Größe, erhält ſie endlich 0 zum Diviſor, ſetzt man daher ∞. Umgekehrt wird ein Bruch zur unterkleinen oder unendlich kleinen Größe, und daher, obiger Vorausſetzung gemäß, $= 0$, wenn ſein Zähler „endlich," ſein Nenner hingegen unendlich oder übergroß. Kommen daher in Rechnungen Größen vor, welche mit Uebergroßen multiplicirt worden, oder auch Uebergroße allein, ſo werden alle anderen $= 0$, und ebenſo verhält es ſich auch bei Potenzen, und Gleiches gilt auch bei untergleichen Rechnungstheilgrößen. Z. B. iſt $3\,a\,b\,n + 2\,a\,b\,\infty = p\,\infty$; es verſchwindet $3\,a\,b\,n$ und es bleibt nur $2\,a\,b\,\infty = p\,\infty$; ferner in $\frac{r\,R\,\infty + r\,\infty^2}{3\,n\,\infty - 2\,p\,\infty^2} = t$ fällt im Zähler ∞ gegen ∞^2 weg, und ebenſo auch jede andere etwa noch vorhandene Größe, im Nenner ∞ gegen ∞^2, ſammt jeder anderen Größe, und es würde nur bleiben $\frac{r\,\infty^3}{-2\,p\,\infty^2} = t$; ebenſo fällt in $\frac{a + b}{\infty} = n$ weg : $\frac{b}{\infty}$, d. h. es wird ſo gut als 0 und $a = n$ und Alles, was mit $\frac{1}{\infty}$ multiplicirt worden, iſt dadurch $= 0$ geworden; daher $a \cdot \frac{1}{\infty} = 0$. Ferner verſchwindet in Potenzrechnungen, in denen $\frac{1}{\infty}$ vorkommen, gegen $\frac{1}{\infty^2}$ die Größe $\frac{1}{\infty^3}$ gegen $\frac{1}{\infty}$ ebenſo $\frac{1}{\infty^2}$ u. ſ. f. Uebrigens folgt ſchon aus dem Vorhergehenden (S. 632 ff.), daß z. B. $\frac{a \cdot \infty}{b \cdot \infty} = \frac{a}{b}$ und $\frac{a \cdot \frac{1}{\infty}}{b \cdot \frac{1}{\infty}}$ iſt $\frac{a}{b}$.

δ) Umfaßt ein Ausdruck mehrere veränderliche und außerdem noch unveränderliche Größen (S. 728 Anmerk.), ſo wird derſelbe eine Aenderung ſeines Werthes erleiden, wenn die Veränderlichen (x, y, z, . . . *) einer Aenderung unterliegen;

*) In der Gleichung für den Kreis (S. 118 Anm.) : $y^2 = a\,x - x^2$ oder $y = \sqrt{(a\,x - x^2)}$ iſt der Durchmeſſer a eine Unveränderliche oder Conſtante, die Coordinaten (d. ſ. die Abſciſſen und Ordinaten einer krummen Linie,

er wird alſo abhängig ſein von den Veränderlichen, oder, wie man in ſolchem Falle ſagt: eine **Function** derſelben darſtellen; wie denn z. B. der Ausdruck $\frac{a + b x}{a - b x}$ oder im beſonderen Falle $\frac{10 + x}{10 - x}$ eine Function der veränderlichen Größe x darbietet, die gleich 1 iſt für $x = 0$, gleich $^{11}/_{9}$ für $x = 1$, gleich $^{3}/_{2}$ für $x = 2$ u. ſ. f., und ebenſo ſind auch die Ausdrücke $\frac{a + b x}{c - d y}$ oder $a x^2 + b x y + c y^2$ Functionen der beiden Veränderlichen x und y. In dem in der Anmerkung vorkommenden Ausdruck $\sqrt{(a x - x^2)}$, heißt x, ſofern man zuvörderſt von der vorhandenen Unveränderlichen abſieht die **unabhängige** Veränderliche, iſt hingegen y die **abhängige** und ſelbſt wieder veränderliche Größe, oder die Function von x. Man theilt aber, in Beziehung auf **Form**, die Functionen ein in **algebraiſche** und **tranſcendente**; zu **erſteren** jene Ausdrücke zählend, in welchen die Veränderlichen, unter ſich und mit Unveränderlichen, durch die **arithmetiſchen Grundverrichtungen** nämlich durch Addition und Subtraction, Multiplication und Diviſion, Potenzirung und Wurzelausziehung verbunden erſcheinen, zu den **letzteren** alle übrigen (mithin die Exponentialgrößen wie a^x; die logarithmiſchen, trigonometriſchen Functionen, wie z. B. log. x; sin x etc.), weil in dieſen übrigen Ausdrücken Größen vorkommen, welchen, wie den Sinuſſen (oben S. 610), unzählige Werthe entſprechen, wohin denn auch **unendliche** Reihen *) gehören, deren Werthe ſich durch keinen algebraiſchen Ausdruck in einer endlichen Anzahl von Gliedern darſtellen laſſen. Die **transcendenten** wie die **algebraiſchen** Functionen einer Veränderlichen ſind ferner entweder das Ergebniß **einer** einzigen, mit der Veränderlichen (mit x in $a \pm x$; $a x$; $\frac{a}{x}$; x^m; a^x; log. x; sin x . . .) unternommenen Verrichtung, oder mit Hülfe **mehrerer** Operationen aus

---

hier: des Umkreiſes; ſ. oben S. 610 Anm.) y, x ſind **Veränderliche**. Sollte für eine **gegebene** Abſciſſe die zugehörige Ordinate in allen möglichen Kreiſen gefunden werden, ſo würde die Abſciſſe (für dieſe Aufgabe mithin die Unveränderliche) ſtatt mit x z. B. mit b bezeichnet werden müſſen, während die nun veränderliche Durchmeſſergröße z. B. z zur Bezeichnung erhielte, und man hätte dann zu ſetzen: $y^2 = b z - b^2$.

*) Siehe weiter unten.

der einen Veränderlichen ableitbar (z. B. in x^x; $\sqrt[x]{x}$ $\frac{\log. x}{x}$..;) und heißen hienach *einfache* oder *zuſammengeſetzte* Functionen; zu letzteren werden auch die *Functionen von Functionen* gezählt (z. B. log. sin x), weil ſie das Ergebniß mehrerer einander gefolgter Verrichtungen darſtellen, deren erſte mit der Veränderlichen, und deren jede folgende Verrichtung mit dem Ergebniß der zunächſt vorherigen Operation durchgeführt worden; z. B. $ff(x)$; $fff(x)$, . . . oder $f^2(x)$; $f^3(x)$ . . . War in ſolchem Falle $f(x)$ z. B. $= (1 + a x)^m$, und wird dieſe Function ſtatt x geſetzt, ſo iſt die aus $f(x)$ hervorgegangene Function $f^2(x) = [1 + x(1 + a x)^m]^m$.

e) Falls die Veränderlichen, oder wenn die *Stammgrößen* der Function nur „ganze" Exponenten enthalten, ſo iſt die algebraiſche Function eine *rationale* (wie dergleichen die vorhergehenden Beiſpiele darbieten), ſind aber die Exponenten der Stammgrößen „gebrochen," iſt ſie *irrational* (z. B. $x + b\sqrt{x}$), *gebrochen* hingegen: wenn die Stammgrößen zugleich im Zähler und Nenner hervortreten (wie in $\frac{x}{\sqrt{a + b x}}$ oder in $\frac{a + b x}{a - b x}$)*).

Man unterſcheidet ferner bei einem Ausdrucke *geſonderte* und *ungeſonderte* Function; Beiſpiele der erſteren Art gewähren die Ausdrücke $u = a + x$; $u = b x - y$; $u = x y z$; . . . Beiſpiele der letzteren $y^2 - a x + x^2 = 0$. Um aber das Geſetz der Abhängigkeit der einen, wie der anderen Art, alſo der Function u oder y zu beſtimmen, muß *Inhalt* (Materie) und *Form* (Beſtand) des ihr gleichen Ausdruckes in Betracht

---

*) Daß die Verbindung zweier Glieder durch + oder — den *Binom* genannten Ausdruck gewährt (während ein dergleichen *dreigliedriger* Ausdruck die Benennung *Trinom* erhält und ein mehr als dreigliedriger *Polynom* genannt wird) iſt bereits oben S. 720 bemerkt worden. Hinzuzufügen iſt jedoch noch, daß man einen aus 2, 3, 4 u. ſ. w. Factoren beſtehenden Ausdruck nennt: eine Größe von 2, 3, 4, ... *Dimenſionen*; bei gebrochenen Functionen werden hiebei die Nenner als Größen mit negativen Exponenten" in Rechnung genommen, während a, $\frac{a x}{b}$; $\sqrt{a^2 + b x}$ Größen von *einer* Dimenſion ausdrücken, ſind a x oder $\frac{a x^2}{b}$ oder $\frac{x^3}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ Größen von *zwei* Dimenſionen, und gehören $\frac{a + x}{a - x}$ ſowie $\sqrt{\frac{a^2 + x^2}{a^2 - x^2}}$ zur Dimenſion *Null*, $\frac{a}{b x}$ hingegen zur Dimenſion − 1 und $\sqrt{x}$ oder $\sqrt{\frac{a x}{a - x}}$ zur Dimenſion ½ ꝛc.

gezogen werden. In den Ausdrücken: $a + x$, $b\,x\,y$ ꝛc. liegen Functionen verſchiedenen Inhalts und verſchiedener Form vor, während in $a\,x + b\,x + c\,x^2 + \ldots$ und in $a\,y + b\,y + c\,y^2 + \ldots$ die Form der Functionen dieſelbe, oder einerlei iſt *). Um übrigens die mannigfachen Ausdrücke als Functionen gewiſſer Veränderlichen bequem bezeichnen zu können, benützt man in neuerer Zeit die Buchſtaben f, F, φ, ψ, ..., indem man jedem die als unabhängig betrachtbare Größe mittelſt Einſchluß beiſetzt; z. B. bezeichnet man mit f (x, y), F (x, y) verſchiedengeformte Functionen von x und y, wie dergleichen gegeben ſind in $a - x + y$ und $x\,y$; desgleichen f (x), φ x) ꝛc. als Zeichen für verſchieden geformte Functionen von x (z. B. in $a + x$ oder $a\,x^m$) und ebenſo auch f (y) φ (y), wo in derſelben Rechnung Functionen von y vorliegen, die von jenen f (x) ꝛc. nur in der Bezeichnung der Veränderlichen abweichen. Kommen Unveränderliche in dergleichen Functionen vor (wie z. B. jenes a in vorſtehenden Ausdrücken), ſo nimmt man ſie in die Bezeichnung entweder gar nicht auf, oder ſetzt ſie nur beſonderer Zwecke wegen mit in das Functionszeichen; wie z. B. in f (x, y, z, a).

ζ) Bezeichnet A den aus Unveränderlichen zuſammengeſetzten Coefficienten, ſo hat jede rationale und ganze Function Glieder von der Form: $A\,x^m\,y^n\,z^p$. Die Ordnung oder der Grad der Function beſtimmt ſich aus der höchſten Summe der Exponenten eines dieſer Glieder; wie denn $a + b\,x$ eine ganze Function des erſten Grades (als ſolche auch genannt: lineare Function) darſtellt, während eine rationale ganze Function, welche in jedem Gliede eine Potenz derſelben Veränderlichen enthält, die Form $A + B\,x + C\,x^2 + D\,x^3 + \ldots M\,x^m$, zur mten Ordnung gehört, die Ordnung der rationalen Bruchfunction als Quotient aus 2 dergleichen Polynomen, durch die Differenz jener höchſten Ordnungsexponenten des Zählers und Nenners beſtimmt wird, nachdem zuvor die Function auf die einfachſte Form $\frac{Z}{N}$ gebracht worden, in der die Function Z und N keinen Factor weiter gemeinſchaftlich haben.

*) Verſchieden hievon iſt der Unterſchied der Einförmigkeit und Vielförmigkeit der Function; hat dieſe nämlich für jeden beſonderen Werth der unabhängigen Veränderlichen nur einen Werth (wie z. B. in $u = a + x$), ſo iſt ſie einförmig, hat ſie deren zwei, drei oder mehrere, ſo iſt ſie vielförmig; wie denn z. B. die oben S. 729 (Anm.) angezeigte Kreisfunction $y^2 = a\,x - x^2$ eine zweiförmige iſt; denn man erhält $y = +\sqrt{(a\,x - x^2)}$ und $y = -\sqrt{(a\,x - x^2)}$.

η) Gleichartig oder homogen iſt eine Function, wenn jedes ihrer Glieder dieſelbe Summe der Ordnungsexponenten darbietet; wie denn z. B. $A x^m y^n + B x^p y^q + C x^r y^s$ eine gleichartige Function iſt, ſobald $m + n = p + q = r + s$; gleicher Weiſe, die einzelnen Exponenten mögen + oder — ſein. Es iſt mithin die Dimenſion (oben S. 731 Anm.) einer ſolchen Function, die keine Unveränderliche zum Gliede haben kann, erkennbar aus jener Summe der Exponenten eines einzelnen Gliedes. Symmetriſch iſt die Function mehrerer Größen, wenn, bei beliebiger Verwechſelung dieſer Größen, Werth und Zeichen der Function keiner Aenderung unterliegen; unſymmetriſch hingegen, wenn letztere verändert werden; Beiſpiele ſymmetriſcher Functionen von a und b gewähren $a + b$; $a^2 + b$; ab; . . .; unſymmetriſch hingegen ſind die Functionen von x und y in $x - y$; $x\,y$; . . .

ϑ) Um Art und Größe der Abhängigkeit einer Function von jenen Veränderlichen zu erkennen, von welchen ihr Werth bedingt wird, hat man nur (das geometriſche Verhältniß, oder) den Exponenten jenes Verhältniſſes zu beſtimmen, in welchem die Zunahme (und wo ſtatt Zunahme die Abnahme zu ſetzen iſt, dieſe als negative Zunahme) der Function zur Zunahme ihrer Veränderlichen ſteht. Wenn nun in irgend einer, allgemein durch $u = f(x)$ bezeichneten Function von x, dieſes die Stammgröße darſtellende x ſich ändert, z. B. indem es in $x + h$ übergeht, ſo wird auch der Werth der Function $f(x)$ ein anderer werden und in $u^1 = f(x + h)$ übergehen. Der Werth ſolcher Functions-Aenderung iſt $u^1 - u$; man erhält ihn, wenn man beide (durch die Function für jene beiden Werthe von x beſtimmten) Werthe u^1 und u von einander abzieht. Auch leuchtet ein, daß das Aenderungs-Verhältniß $(u^1 - u)$ der Function, zu der Aenderung h ihrer Stammgröße x gleich ſein wird $\frac{u^1 - u}{h}$ $\left(= \frac{f(x + h) - f(x)}{h}\right)$. Je kleiner nun h wird, umſomehr nähert ſich das Verhältniß $\frac{u^1 - u}{h}$ dem erſten Gliede ſeines vorhergehenden Ausdrucks, als einer Grenze, die es erreicht, wenn letztlich die Größe h unendlich klein oder unterklein geworden iſt. Bezeichnet man nun den hiebei angelangten Abnahme-Aenderungswerth des h ſymboliſch durch $d\,x$, und mithin die durch ihn bewirkte, im Allgemeinen gleichfalls unterkleine Aenderung $u^1 - u$ der Function durch $d\,u$, ſo ſtellen dieſe Größen $d\,x$

und d u das Differenzial der Stammgröße x und ihrer Function u dar, während ſie durch ihr Verhältniß $\frac{du}{dx}$ den Differenzial-Coefficienten der Function u (d. i. die äußerſte Grenze des Verhältniſſes der Functions-Aenderung zur Stammgrößen-Aenderung) ausdrücken. Sind übrigens auch d u und d x, jede für ſich, an ſich unmeßbar klein oder unterklein geworden, ſo kann doch beider Verhältniß, alſo der aus den Differentialen d u und d x hervorgegangene Differential-Coefficient $\frac{du}{dx}$ ſich noch immer als eine meßbar kleine, d. i. als eine endliche (Enden darbietende, mithin meßbare) Größe bewerthen. Die Beſtimmung dieſes Differential-Coefficienten (oder die Größenermittelung dieſes Grenzenverhältniſſes der Functions- und ihrer Stammgrößen-Aenderung) für jede verlangte Function — daher für die Potenz x^a, oder für die Exponentialgröße a^x, oder für den Logarithmus log. x ꝛc. — bilden den Gegenſtand der Differential-Rechnung *).

---

*) Iſt x der Ausdruck für die Function u^2, oder $x = u^2$ und nimmt die Veränderliche u (von welcher abhängig iſt: der Werth der Function x oder u^2) um den Theil U und mithin auch die Function ſelbſt um einen Theil X zu, ſo wird $x + X = (u + U)^2 = u^2 + 2\,uU + U^2$, und (weil $x = u^2$) x $X = 2\,uU + U^2$ oder der Exponent $\frac{X}{U} = 2\,u + U$. Wächet alſo die Veränderliche u um U, ſo nimmt auch die Function u^2 oder x um $2\,uU + U^2$ ($= X$) zu, wie ſolches die erſte Gleichung lehrt, während die zweite Gleichung, oder der Exponent $\frac{X}{U}$ erkennen läßt, daß die Innenbeſtimmung oder die Beſchaffenheit der Function u^2 von der Art ſei daß ihre Zunahme X die Zunahme der Veränderlichen um die Summe der doppelten Größe u und ihrer Zunahme überſteige. Man vermag daher aus dieſem Verhältniß der beiderſeitigen Veränderungen von x und u die Natur der Function x vollkommen zu erkennen. Dieſes Beſtimmen des Verhältniſſes der wechſelſeitigen Zunahme der Veränderlichen und der Functionen, pflegt, für ſich betrachtet — da die aufzufindende poſitive oder negative Zunahme X der Function x oder u^2 die Differenz zwiſchen der unveränderten und der veränderten Function (nämlich $X = [x + X] - x$) darſtellt — Differenzenrechnung, das iſt Rechnungsweiſe zum Auffinden der Differenzen der Functionen, genannt zu werden, wobei man dann die endliche Zunahme (endlich iſt ſie, ſo lange U zu u ſich nicht verſchwindend klein verhält) U von u mit $\triangle u$ und die X der Function x oder u^2 mit $\triangle x$ bezeichnet und jeder die Benennung Differenz ertheilt; während obige Gleichung $X = 2\,u\,U + U^2$ oder $dx = 2\,u\,du + (du)^2$ eine Differential-Gleichung (und die hiezu erforderliche Rechnung, d. i. das Suchen und Finden der Differential-Gleichung, die Differential-Rechnung) genannt wird. Uebrigens kürzt man, wenn man dieſer

*) Der neueren kürzeren Darſtellungsweiſe gemäß lautet jene die Differenzialrechnung begründende und genügend begründete Vorausſetzung und Forderung: zwei endliche Größen, deren Differenz unmeßbarklein iſt, ſind zu betrachten als einander völlig gleich, weil zwiſchen ihnen kein noch weiter angebbarer Unterſchied aufzufinden iſt. Dieſes hindert aber nicht, daß die Verhältniſſe ſolcher Unmeßbarkleinen oder Unterkleinen, ſo wie die der Endlichen untereinander, in möglichſt vielen Abſtufungen verſchieden und ſelbſt wieder unterklein ſein können. Die einzelnen Grundſätze aber, welche die Differenzialrechnung leiten und regeln, laſſen ſich auf folgende ſechs zurückführen:

1) Für die Zunahme der Function (z. B. für dz der Function z) iſt es einerlei, ob die Gleichung für dieſelbe, mit den Veränderlichen, durch + oder — verbundene Größen enthalte oder nicht; denn die Unveränderlichen erleiden keine Zunahme (iſt $z = x$, ſo iſt $z + dz = x + dx$; mithin, da $z = x$, die Differenzgleichung $\Delta z = \Delta x$ und die Differentialgleichung $dz = dx$, und ebenſo das Verhältniß $\frac{\Delta z}{\Delta x} = 1$ oder $\frac{dz}{dx} = 1$, d. i. gleich dem Coefficienten der unabhängigen Veränderlichen x).

2) Iſt aber die Unveränderliche „Coefficient einer Veränderlichen," ſo iſt ſie auch in der Differenz- oder Differentialgleichung Coefficient der Zunahme jener Veränderlichen (iſt $z = ax$, ſo wird auch $dz = a\,dx$ und das geſuchte Verhältniß, oder deſſen Exponent $= \frac{dz}{dx} = a$; das iſt gleich dem Coefficienten der unabhängigen Veränderlichen, was für eine Zahl a auch irgend vorſtellen möge).

3) Sind in der gegebenen Functions-Gleichung die Veränderlichen durch + oder — verbunden, ſo verbleiben auch ihren Zunahmen, in der geſuchten Gleichung dieſelben Verbindungen (iſt $z = x + u^1 - u$, ſo iſt $dz = dx + du^1 - du$).

4) Sind hingegen jene Veränderlichen durch Multiplication verbunden,

---

Bezeichnungsweiſe folgt, die Forderung, die Differenz oder die Differenzialgleichung zu finden, d. i. zu Differenziiren, z. B. xu oder x^2 zu finden, dahin ab, daß man ſetzt $\Delta . xu$, $d . xu$ oder $\Delta . x^2$, $d . x^2$, und ebenſo Δx^2 ſtatt $(\Delta x)^2$, oder dx^2 ſtatt (dx^2), und allgemein die Potenz der Differenz oder des Diffenzials von x ſelbſt durch Δx^m oder dx^m ausdrückt; weshalb daher z. B. Δx^2, was $= \Delta x . \Delta x$, weder mit $\Delta (x^2)$ noch mit $\Delta x . x$ zu verwechſeln iſt.

ſo gelangt man zuvörderſt zur Diffferenz-Gleichung, indem man multiplicirt zunächſt a) die Differenz jeder einzelnen Veränderlichen mit den übrigen Veränderlichen; dann b) jede Veränderliche mit dem Produkte der Differenzen oder Zunahmen der übrigen Veränderlichen, und endlich c) die Zunahme aller Veränderlichen ſelbſt mit einander, und hierauf ſchließlich addirt: ſämmtliche gewonnene Produkte; d) zur Differenzialgleichung aber, wenn man, wie unter a) das Differenzial jeder einzelnen Veränderlichen, gemäß Grundſatz 2, ſo ſucht, als wären die übrigen Veränderlichen Unveränderliche, und hierauf dieſe Produkte addirt *).

5) Kommt in der gegebenen Gleichung der Function die zugehörige Veränderliche „erhoben zur Potenz" vor, ſo wird die Differenzgleichung unter andern gefunden mittelſt des vierten Grundſatzes, und die Differentialgleichung durch Multiplication der Veränderlichen (unter dem gegebenen, jedoch um die Einheit verminderten Exponenten der Potenz) ſowohl mit dem ungeänderten Exponenten, als auch mit dem Differenzial der Veränderlichen **).

---

*) Lautet die gegebene Gleichung $z = x u'$, ſo iſt $\frac{\Delta z}{\Delta x} = u + x \cdot \frac{\Delta u}{\Delta x} + \Delta u$, und weil $z + d z = (x + d x)(u + d u)$, ſo iſt auch $d z = u\, d x + x\, d u + d x \,.\, d u$; da aber die Zunahmen $d x$ und $d u$ als Unterkleine begriffen im Uebergange zu Null, ſchon gegen x und u verſchwinden, ſo verſchwindet um ſomehr auch das Product $d x \,.\, d u$, und zwar ſowohl gegen $x\, d u$, als gegen $u\, d x$, und man hat mithin $d z = u\, d x + x\, d u$, und $\frac{d z}{d x} = u + x$ (oder $= u \frac{d x}{d u} + x$).

**) Iſt $z = x^m$ ſo iſt allgemein $z + \Delta z = (x + \Delta x)^m$ und $z + d z = (x + d x)^m = x^m + m\, x^{m-1} d x + \frac{m \,.\, m-1}{1 \,.\, 2} x^{m-2} d x^2 + \ldots$ mithin $d z = m\, x^{m-1} d x + \frac{m \,.\, m-1}{1 \,.\, 2} x^{m-2} d x^2 + \ldots$ oder da (wegen der Factoren $d x^2$, $d x^3$ . . .) das zweite und jedes dieſem folgende Glied der rechten Seite (der vorhergehenden Differenzialgleichung) verſchwindet, $d z = m\, x^{m-1} \,.\, d x$ und $\frac{d z}{d x} = m\, x^{m-1}$, und ebenſo auch $d(a + b \sqrt{u}) = d(a + b \,.\, u^{1/2}) = \frac{1}{2} b\, u^{1/2 - 1} \,.\, d u = \frac{b \,.\, d u}{2 \sqrt{y}}$, ſowie $d^{-3}(\sqrt{a^u}) = d(a^{-1/3} \,.\, u^{-1/3}) = -\frac{1}{3} a^{-1/3} \,.\, u^{-4/3} = \frac{-1}{3 u \sqrt[3]{a u}}$.

ſo gelangt man zuvörderſt zur Diffferenz-Gleichung, indem man multiplicirt zunächſt a) die Differenz jeder einzelnen Veränderlichen mit den übrigen Veränderlichen; dann b) jede Veränderliche mit dem Produkte der Differenzen oder Zunahmen der übrigen Veränderlichen, und endlich c) die Zunahme aller Veränderlichen ſelbſt mit einander, und hierauf ſchließlich addirt: ſämmtliche gewonnene Produkte; d) zur Differenzialgleichung aber, wenn man, wie unter a) das Differenzial jeder einzelnen Veränderlichen, gemäß Grundſatz 2, ſo ſucht, als wären die übrigen Veränderlichen Unveränderliche, und hierauf dieſe Produkte addirt *).

5) Kommt in der gegebenen Gleichung der Function die zugehörige Veränderliche „erhoben zur Potenz" vor, ſo wird die Differenzgleichung unter andern gefunden mittelſt des vierten Grundſatzes, und die Differentialgleichung durch Multiplication der Veränderlichen (unter dem gegebenen, jedoch um die Einheit verminderten Exponenten der Potenz) ſowohl mit dem ungeänderten Exponenten, als auch mit dem Differenzial der Veränderlichen **).

---

*) Lautet die gegebene Gleichung $z = x u'$, ſo iſt $\frac{\Delta z}{\Delta x} = u + x \cdot \frac{\Delta u}{\Delta x} + \Delta u$, und weil $z + d z = (x + d x)(u + d u)$, ſo iſt auch $d z = u d x + x d u + d x \cdot d u$; da aber die Zunahmen $d x$ und $d u$ als Unterkleine begriffen im Uebergange zu Null, ſchon gegen x und u verſchwinden, ſo verſchwindet um ſomehr auch das Product $d x \cdot d u$, und zwar ſowohl gegen $x d u$, als gegen $u d x$, und man hat mithin $d z = u d x + x d u$, und $\frac{d z}{d x} = u + x$ (oder $= u \frac{d x}{d u} + x$).

**) Iſt $z = x^m$ ſo iſt allgemein $z + \Delta z = (x + \Delta x)^m$ und $z + d z = (x + d x)^m = x^m + m x^{m-1} d x + \frac{m \cdot m - 1}{1 \cdot 2} x^{m-2} d x^2 + \ldots$ mithin $d z = m x^{m-1} d x + \frac{m \cdot m - 1}{1 \cdot 2} x^{m-2} d x^2 + \ldots$ oder da (wegen der Factoren $d x^2$, $d x^3 \ldots$) das zweite und jedes dieſem folgende Glied der rechten Seite (der vorhergehenden Differenzialgleichung) verſchwindet, $d z = m x^{m-1} \cdot d x$ und $\frac{d z}{d x} = m x^{m-1}$, und ebenſo auch $d (a + b \sqrt{u}) = d (a + b \cdot u^{1/2}) = \frac{1}{2} b u^{1/2 - 1} \cdot d u = \frac{b \cdot d u}{2 \sqrt{y}}$, ſowie $d^{-3} (\sqrt{a^u}) = d (a^{-1/3} \cdot u^{-1/3}) = -\frac{1}{3} a^{-1/3} \cdot u^{-4/3} = \frac{-1}{3 u \sqrt[3]{a u}}$.

Förster Buchh.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kastner, Karl Wilhelm Gottlob,

Handbuch der angewandten Naturlehre [Vorbereitung, Selbstforschung und Anwendung]

Bd.: 1

Stuttgart (1849)

Phys.g. 212 e-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131340-0